

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIA**

**COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS
NUTRICIONAIS EM PROTEÍNA, ENERGIA E
MACROMINERAIS DE CABRITOS COM CONSTITUIÇÃO
GENÉTICA $\frac{3}{4}$ BOER E $\frac{1}{4}$ SAANEN.**

Márcia Helena Machado da Rocha Fernandes
Engenheira Agrônoma

Jaboticabal – São Paulo – Brasil

2006

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIA**

**COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS
NUTRICIONAIS EM PROTEÍNA E ENERGIA DE CABRITOS
COM CONSTITUIÇÃO GENÉTICA $\frac{3}{4}$ BOER E $\frac{1}{4}$ SAANEN.**

Márcia Helena Machado da Rocha Fernandes

Orientador: Prof. Dr. Kleber Tomás de Resende

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia (Produção Animal).

Jaboticabal – SP

Dezembro de 2006

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MÁRCIA HELENA MACHADO DA ROCHA FERNANDES – filha de Antônio Gomes da Rocha Neto e Marilene Marcondes Machado da Rocha, nasceu em Guarulhos, São Paulo, no dia 13 de março de 1975. Em fevereiro de 1999 graduou-se no curso de Engenharia Agrônômica pela Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, quando recebeu os prêmios “Prêmio Prof. Nicolau Athanassof” e “Prêmio Alexandre Von Pritzelwitz”, pelo melhor desempenho nas disciplinas lecionadas no Departamento de Zootecnia. Em fevereiro de 2000, ingressou no curso de Mestrado em Ciência Animal e Pastagem na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, defendendo a dissertação em abril de 2002. Em fevereiro de 2003 ingressou no curso de Doutorado da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária da Universidade Estadual Paulista. Durante o doutorado, fez estágio na Texas A&M University, Texas, Estados Unidos, sob a orientação do PhD, PAS Luís Orlindo Tedeschi.

ORAÇÃO DA SERENIDADE

“Concedei-nos, Senhor,
a **SERENIDADE** necessária para aceitar as coisas que não podemos modificar,
CORAGEM para modificar aquelas que podemos e
SABEDORIA para distinguir uma das outras”.

Autor desconhecido.

DEDICO

Aos meus pais Antônio e Marilene, pela vida,
pelo apoio e sentimento de amor que sempre me
transmitiram.

Aos meus amigos Jalme e Zilda pelo incentivo e
amizade.

“Semeia uma ação e colherás um hábito;
Semeia um hábito e colherás um caráter;
Semeia um caráter e colherás um destino”.

(Napoleon Hill)

Espero ser tão importante para meu filho quanto vocês são para mim.

OFEREÇO

Ao meu esposo Jalme Jr. E ao meu filho João
Antônio.

Este trabalho não teria sentido sem vocês na
minha vida.

Amo muito vocês, incondicionalmente....

AGRADECIMENTOS

À DEUS, por estar sempre ao meu lado, iluminando meu caminho e, acima de tudo, por proteger e abençoar aqueles a quem meu coração pertence.

Ao Prof. Dr. Kleber Tomás de Resende, pela acolhida e amizade, pela orientação, pelo “paternalismo”, sendo um exemplo de vida para a minha formação e, acima de tudo, pela confiança no meu trabalho.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Câmpus de Jaboticabal, pela oportunidade de realização do curso.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão de bolsa de estudos no transcorrer do curso e ao meu relator pelas valiosas sugestões para concretização deste projeto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos para estágio no exterior, a qual foi muito valiosa para minha formação.

Aos professores do Departamento de Zootecnia da FCAV, UNESP – Jaboticabal, em nome da Profa. Dra. Telma Teresinha Berchielli pela colaboração e valiosos ensinamentos.

Aos professores do Departamento de Produção Animal da ESALQ/USP, em nome da Profa. Dra. Ivanete Susin, pela valiosa contribuição na minha formação profissional.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Luis O. Tedeschi, Profa. Dra. Ivanete Susin, Profa. Dra. Nilva Kazue e Profa. Dra. Izabelle A. M. A. Teixeira, pelas correções, contribuições e sugestões feitas neste trabalho.

Aos funcionários Carlos e Júnior do setor de caprinos; João Guariz do setor de ovinos; Sandra, seu Osvaldo e Fernando da fábrica de ração, por toda ajuda, apoio, compreensão e atendimento dispensado durante a condução deste trabalho no campo.

Aos funcionários Maurícia e Plínio do Laboratório Central, Fátima e ao Prof. Dr. João Pizauro do Laboratório de Enzimologia, Tânia do Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal, aos funcionários da biblioteca e a todos os funcionários do Departamento de Zootecnia toda ajuda, atenção e atendimento dispensado durante a realização deste trabalho.

À química do Laboratório de Nutrição Animal, Ana Paula de Oliveira Sader, que além de me orientar nas análises químicas, tornou-se minha amiga.

Aos bolsistas, estagiários e amigos do Setor de Caprinocultura (a “Cabritolândia”), Ângela Ferreira, José Moraes, Cecília, Ana Carolina Amorim, Estevão Tosetto, Fábio, Maurício, Rodrigo Vidal, Rafael (Kborja), Juliana (Amazona), Daiana (Farofa), Ana (Budega), pela amizade e imprescindível colaboração durante a execução do experimento.

Às estagiárias e amigas, Helenara e Lena pela amizade e imprescindível colaboração durante as análises laboratoriais. *“Vocês serão sempre as minhas ‘pupilas’ do coração”*.

À Isabelle Teixeira, por compartilhar seus conhecimentos e por toda a ajuda durante a condução deste trabalho. A esta amiga e ao seu esposo, Gustavo, e seu filho, Pedro, credito também agradáveis momentos de amizade e convívio onde víamos nossos filhos crescerem juntos.

Ao Luís Tedeschi, sua esposa Heloísa e sua filha Nicole, agradeço a afetuosa acolhida e a amizade durante a minha estadia e de minha família nos EUA. Agradeço também a oportunidade, a confiança e os valiosos ensinamentos compartilhados.

Aos colegas de pós-graduação Sandra, Liliane, Rafael, Nívea, Tiago, Gustavo Siqueira, Márcio, Roberta, Juci, Maria Fernanda, Liandra, Amanda e todos aqueles com quem compartilhei ensinamentos e momentos de descontração.

À Simone, em especial, querida amiga com quem eu sempre pude contar em todos os momentos. *“Sissi, você sempre terá um lugar especial em meu coração”*.

Aos amigos Betânia, Francisco e João Ricardo pelos agradáveis momentos compartilhados.

À D. Inês e à Luciana, pela amizade e dedicação à minha casa e ao meu filho.

Aos funcionários e professores do Colégio Santo André, em nome de D. Marilena Cristófano, por cuidarem do meu filho sempre com muito carinho e afeto.

Ao meu querido cunhado e amigo Juliano e aos amigos Euler José, Elder (Meloso), Éberson, Gustavo Ubida e Adriana, por todo apoio e valiosa amizade.

Aos meus pais, Antônio e Marilene, ao meu irmão Antonio, ao meu sogro Jalme, à minha sogra Zilda e a todos os meus familiares e amigos, pelo amor, apoio constante e compreensão pelos momentos longe em distância, mas muito perto em meu coração.

Ao meu esposo Jalme Jr., sempre presente, paciente, companheiro, amoroso, dedicado e amigo. Agradeço a sua confiança em mim, o seu incentivo em todos os momentos, a sua cumplicidade. *“Te amo muito”*.

Ao meu filho, João Antônio, pelo apoio desde quando estava na minha barriga, pela compreensão, pelo carinho e, acima de tudo, pelo seu sorriso que é a minha razão de viver. *“Filho, mamãe te ama muito, muito, muito”*.

A todos que, de alguma forma, estiveram comigo durante este período.

OBRIGADA

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS E FIGURAS.....	iv
LISTA DE ABREVIATURAS	viii
RESUMO	xi
SUMMARY.....	xii
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1 A raça Boer.....	3
2 Composição corporal.....	5
3 Exigências nutricionais.....	8
3.1 Histórico.....	8
3.2 Exigências nutricionais de energia para manutenção e ganho.....	12
3.3 Exigências nutricionais de proteína para manutenção e ganho	14
3.4 Exigências nutricionais em macrominerais para manutenção e ganho	16
4 Referências.....	19
CAPÍTULO 2 – EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS EM ENERGIA E PROTEÍNA PARA MANTENÇA E GANHO EM PESO DE CABRITOS COM CONSTITUIÇÃO GENÉTICA $\frac{3}{4}$ BOER $\frac{1}{4}$ SAANEN.....	24
1 Introdução.....	25
2 Material e Métodos.....	26
2.1 Ensaio de digestibilidade.....	28
2.2 Procedimento de abate.....	29
2.3 Análises laboratoriais.....	30
2.4 Cálculo da composição corporal inicial.....	30
2.5 Partição de energia.....	31

2.6 Exigência de proteína para manutenção.....	31
2.7 Exigências para ganho	32
2.8 Análise estatística.....	32
3 Resultados e Discussão.....	33
3.1 Desempenho e composição corporal e do ganho.....	33
3.2 Ensaio de digestibilidade.....	36
3.3 Exigência de energia para manutenção.....	38
3.4 Exigência de proteína para manutenção.....	40
3.5 Exigências para ganho	43
4 Conclusões.....	50
5 Referências.....	51
CAPÍTULO 3 – EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS EM MACROMINERAIS PARA MANUTENÇÃO E GANHO EM PESO DE CABRITOS COM CONSTITUIÇÃO GENÉTICA $\frac{3}{4}$ BOER $\frac{1}{4}$ SAANEN.....	54
1 Introdução.....	55
2 Material e Métodos.....	57
2.1 Ensaio de metabolismo.....	59
2.2 Procedimento de abate.....	60
2.3 Análises laboratoriais.....	60
2.4 Exigência para manutenção.....	61
2.5 Exigências para ganho	62
2.6 Análise estatística.....	62
3 Resultados e Discussão.....	63
3.1 Ensaio de metabolismo.....	65
3.2 Exigências de manutenção.....	68
3.3 Exigências para ganho	72
4 Conclusões.....	77
5 Referências.....	78

CAPÍTULO 4 – PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CORPO E DA CARCAÇA DE CABRITOS $\frac{3}{4}$ BOER x $\frac{1}{4}$ SAANEN, UTILIZANDO COMPONENTES DO CORPO.....	81
1 Introdução.....	82
2 Material e Métodos.....	83
3 Resultados e Discussão.....	87
4 Conclusões.....	95
5 Referências.....	96
CAPÍTULO 5 – IMPLICAÇÕES.....	99

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

	Página
CAPÍTULO 2 – EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS EM ENERGIA E PROTEÍNA PARA MANTENÇA E GANHO EM PESO DE CABRITOS COM CONSTITUIÇÃO GENÉTICA $\frac{3}{4}$ BOER $\frac{1}{4}$ SAANEN.....	
24	24
Tabela 1. Valores de temperatura máxima e mínima ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (%) do período experimental.....	27
27	27
Figura 1. Organograma dos grupos de abate e tratamentos.....	28
28	28
Tabela 2. Ingredientes e composição química da ração (base na MS).....	33
Tabela 3. Composição corporal final e balanço de energia de cabritos, não castrados, com constituição genética $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen do abate “referência” (AR), intermediário (AI) e dos 3 níveis de ingestão (à vontade, AV, e com restrição de 30 e 60% do consumo à vontade)..	35
35	35
Figura 2. Relação entre proporção de energia retida proveniente da proteína (ERp, Mcal/Mcal) e a concentração de energia retida no ganho (ERc, Mcal/kg de ganho de peso de corpo vazio). A linha pontilhada representa a ERp predita por Tedeschi et al. (2004) e a linha inteira, a ERp pela equação [9]: $ERp = 0,1691 \pm 0,09 + 2,4761 \pm 0,58 \times \text{Exp} (-0,8778 \pm 0,22 \times ERc)$	36
36	36
Figura 3. Relação entre proporção de energia retida proveniente da gordura (ERf, Mcal/Mcal) e a concentração de energia retida no ganho (ERc, Mcal/kg de ganho de peso de corpo vazio). $ERf = 0,7739 \pm 0,04 - 1,4842 \pm 0,90 \times \text{Exp} (-0,8314 \pm 0,32 \times ERc)$	36
36	36

Tabela 4. Valores de peso vivo, digestibilidade aparente, balanço de N, energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) em cabritos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen, no ensaio de digestibilidade, recebendo 3 níveis de ingestão (à vontade, AV, e restrição de 30% ou 60% do consumo à vontade).....	37
Figura 4. Relação entre o N retido e ingerido diariamente em cabritos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen, não castrados. A- N retido, $\text{g/kg}^{0,75}$ of PCV = $-0,390 \pm 0,06 + 0,41 \pm 0,03 \times \text{N ingerido, g/kg}^{0,75} \text{ PCV}$, $r^2 = 0,89$ e B- N retido, $\text{g/kg}^{0,75}$ of PV = $0,360 \pm 0,06 + 0,60 \pm 0,04 \times \text{N digestível ingerido, g/kg}^{0,75} \text{ PV}$, $r^2 = 0,88$	42
Tabela 5. Equações de regressão para estimar a composição corporal (proteína, gordura, cinzas e água) e a energia retida em cabritos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen.....	44
Tabela 6. composição corporal (proteína, gordura, cinzas e água) e a energia retida em cabritos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen.....	44
Tabela 7. Equações para predição da exigência líquida de energia e proteína para ganho em peso de corpo vazio (GPCV).....	45
Tabela 8. Resumo das exigências líquidas para ganho de energia (EL _g) e proteína (PL _g) citadas em vários experimentos individuais e estimadas pelo NRC (1981) e AFRC (1998).....	45
Figura 5. Relação entre ingestão de EM, $\text{kcal/kg}^{0,75}$ GPCV, and (A) ganho de peso de corpo vazio (GPCV, $\text{g/kg}^{0,75} \text{ PCV}$) and (B) ganho de peso vivo (GPV), $\text{g/kg}^{0,75} \text{ PV}$, de cabritos não castrados $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen, usando as regressões sugeridas por Luo et al. (2004b).....	48
Tabela 9. Exigência de energia líquida (EL) e metabolizável (EM) para cabritos não castrados $\frac{3}{4}$ Bôer x $\frac{1}{4}$ Saanen em crescimento (Mcal/dia).....	49
Tabela 10. Exigência de proteína líquida (PL) para cabritos não castrados $\frac{3}{4}$ Bôer x $\frac{1}{4}$ Saanen em crescimento (g/dia).....	50

CAPÍTULO 3 – EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS EM MACROMINERAIS PARA MANTENÇA E GANHO EM PESO DE CABRITOS COM CONSTITUIÇÃO GENÉTICA $\frac{3}{4}$ BOER $\frac{1}{4}$ SAANEN.....	54
Tabela 1. Valores de temperatura máxima e mínima ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (%) do período experimental.....	58
Figura 1. Organograma dos grupos de abate e tratamentos.....	58
Tabela 2. Ingredientes e composição química da ração (base na MS).....	59
Tabela 3. Composição corporal final e desempenho de cabritos, não castrados, com constituição genética $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen do abate “referência” (AR), intermediário (AI) e dos 3 níveis de ingestão (à vontade, AV, e com restrição de 30 e 60% do consumo à vontade).....	63
Tabela 4. Valores de peso vivo (PV), absorção aparente (Ab) e balanço de cálcio e fósforo, em cabritos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen, no ensaio de metabolismo, em 3 níveis de ingestão (à vontade, AV, e com restrição de 30% ou 60% do consumo à vontade).....	66
Tabela 5. Valores de peso vivo (PV), absorção aparente (Ab) e balanço de magnésio, potássio e sódio em cabritos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen, no ensaio de metabolismo, em 3 níveis de ingestão (à vontade, AV, e com restrição de 30% ou 60% do consumo à vontade).....	68
Tabela 6. Equações de regressão para estimar as exigências líquidas de manutenção dos minerais pelo método do abate comparativo.....	70
Tabela 7. Equações de regressão para estimar as exigências líquidas dos minerais pelo método das perdas endógenas.....	70
Tabela 8. Equações de regressão para estimar a composição corporal (cinzas, Ca, P, Mg, K e Na) em cabritos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen.....	72
Tabela 9. Composição corporal em cinzas, Ca, P, Mg, K e Na de cabritos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen estimadas pelas equações da Tabela 8.....	73
Tabela 10. Equações para predição da exigência líquida de macrominerais para ganho em peso de corpo vazio (GPCV).....	74

Tabela 11. Exigência líquida de cálcio (Ca), fósforo (P) e magnésio (Mg) para cabritos não castrados $\frac{3}{4}$ Bôer x $\frac{1}{4}$ Saanen em crescimento (g/dia).....	76
Tabela 12. Exigência líquida de potássio (K) e sódio (Na) para cabritos não castrados $\frac{3}{4}$ Bôer x $\frac{1}{4}$ Saanen em crescimento (g/dia).....	77
 CAPÍTULO 4 – PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CORPO E DA CARÇA DE CABRITOS $\frac{3}{4}$ BOER x $\frac{1}{4}$ SAANEN, UTILIZANDO COMPONENTES DO CORPO.....	 81
Tabela 1. Valores de temperatura máxima e mínima ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (%) do período experimental.....	84
Figura 1. Cortes realizados na meia-carça esquerda de caprinos. 1 – Perna; 2 – Lombo; 3 – Costelas; 4 – Paleta; 5 – Pescoço.....	86
Tabela 2. Definições das acronímias dos components do corpo usados para estimar a composição química do corpo e da carça neste estudo.....	87
Tabela 3. Valores médios, mínimos, máximos e desvios-padrão (SD) das variáveis utilizadas neste estudo, relativas aos teores de proteína e gordura, como porcentagem da matéria natural.....	88
Tabela 4. Valores médios, mínimos, máximos e desvios-padrão (SD) das variáveis utilizadas neste estudo, relativas aos teores de água e matéria mineral, como porcentagem da matéria natural.....	89
Tabela 5. Melhores equações de regressão para estimar a porcentagem de gordura e proteína do corpo e da carça de cabritos abatidos com diferentes pesos.....	90
Tabela 6. Melhores equações de regressão para estimar a porcentagem de água e matéria mineral (MM) do corpo e da carça de cabritos abatidos com diferentes pesos.....	93

LISTA DE ABREVIATURAS

9 ^a a 11 ^a C	9, 10 e 11 ^a costelas
AGCa	Água na carcaça
AGCo	Água no corpo
AV	À vontade
BN	Balanço de nitrogênio
Ca	Cálcio
CAR	Carcaça
CMS	Consumo de matéria seca
CNC	Componentes não-carcaça (cabeça, pés, órgãos, sangue e pele)
COS	Costelas
EB	Energia bruta
ED	Energia digestível
EE	Extrato etéreo
EL	Energia líquida
EL _g	Exigência líquida de energia para ganho
EL _m	Exigência líquida de energia para manutenção
EM	Energia metabolizável
EM _g	Exigência de energia metabolizável para ganho
EM _m	Exigência de energia metabolizável para manutenção
EPG	Energia do produtos gasosos
ER	Energia retida no corpo
ERc	concentração de energia retida no ganho
ERf	Energia retida proveniente da gordura
ERp	Energia retida proveniente da proteína
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FIG	deposição de gordura no ganho

GCa	Gordura na carcaça
GCo	Gordura no corpo
GPCV	Ganho de peso de corpo vazio
GPV	Ganho de peso vivo
GREN	Gordura renal
GVIS	Gordura visceral
IEM	Ingestão de energia metabolizável
IN	Ingestão de nitrogênio
K	Potássio
k_g	eficiência parcial da utilização da energia metabolizável para ganho
k_m	eficiência parcial da utilização da energia metabolizável para manutenção
LOM	Lombo
Mg	Magnésio
MM	Matéria mineral
MMCa	Matéria mineral na carcaça
MMCo	Matéria mineral no corpo
MS	Matéria seca
Na	Sódio
NDT	Nutrientes digestíveis totais
O&S	Órgãos mais sangue
P	Fósforo
PAL	Paleta
PB	Proteína bruta
PC	Produção de calor
PCa	Proteína na carcaça
PCo	Proteína no corpo
PCF	Peso da carcaça fria
PCQ	Peso da carcaça quente
PCV	Peso de corpo vazio

PCVi	Peso de corpo vazio inicial
PD	Proteína digestível
PER	Perna
PES	Pescoço
PIG	deposição de proteína no ganho
PJ	Peso em jejum
PJ i	Peso em jejum inicial
PL	Proteína líquida
PL _g	Exigência líquida de proteína para ganho
PL _m	Exigência líquida de proteína para manutenção
PM	Proteína metabolizável
PV	Peso vivo
q _m	Metabolizabilidade da ração
RMSE	"root mean square error" (raiz quadrada do quadrado médio do erro)

**COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS EM PROTEÍNA,
ENERGIA E MACROMINERAIS DE CABRITOS COM CONSTITUIÇÃO GENÉTICA
 $\frac{3}{4}$ BOER E $\frac{1}{4}$ SAANEN.**

RESUMO - Os objetivos deste estudo foram estimar as exigências nutricionais e desenvolver equações para prever a composição química do corpo e da carcaça. Trinta e quatro cabritos $\frac{3}{4}$ Boer $\frac{1}{4}$ Saanen, não castrados, foram utilizados, dos quais sete foram abatidos no início do experimento, com 21,2 kg PV. Outros seis foram abatidos ao atingirem 28,2 kg PV. Os 21 restantes foram distribuídos aleatoriamente em sete grupos de três animais. Os tratamentos foram definidos por três níveis de consumo de matéria seca (CMS): à vontade e restrição de 30 ou 60% do CMS. Cada grupo foi abatido quando o animal do tratamento à vontade atingiu 35 kg de PV. Foi utilizado o método da abate comparativo para o cálculo das exigências. A exigência líquida (EL) diária de energia e proteína para manutenção foram estimadas em $78,2 \text{ kcal/kg}^{0,75}$ de peso do corpo vazio (PCV) e $2,4 \text{ g/kg}^{0,75}$ PCV. Com relação aos macrominerais, a EL diária para manutenção foi estimada em 32,3 mg Ca; 30,8 mg P; 1,31 mg Mg; 8,41 mg K e 5,14 mg Na por kg de PCV. A EL para ganho de energia, para animais pesando entre 20 a 35 kg PV, variou entre 2,5 a 3,0 Mcal/kg ganho PCV (GPCV); a de proteína variou entre 178,8 e 185,2 g/kg GPCV e a de macrominerais variou de 6,5 a 7,0 g Ca; 5,3 a 5,4 g P; 0,29 a 0,31 g Mg; 0,67 a 0,62 g Na e 1,18 a 1,05 g K por kg GPCV. A composição química (CQ) do corpo e da carcaça foram melhores estimadas por meio da CQ dos componentes não carcaça e das costelas, respectivamente.

Palavras-Chave: abate comparativo, caprinos, composição corporal, exigência líquida, predição.

BODY COMPOSITION AND REQUIREMENTS OF ENERGY, PROTEIN AND MACROMINERALS FOR MAINTENANCE AND GROWTH OF $\frac{3}{4}$ BOER $\frac{1}{4}$ SAANEN KIDS

SUMMARY - Meat production of goats has become an important livestock enterprise in several parts of the world. Nonetheless, energy and protein requirements of meat goats have not been defined thoroughly. The objective of this study was to determine energy and protein requirements for maintenance and growth and to develop equations to predict the chemical composition of body and carcass using chemical composition of body components of $\frac{3}{4}$ Boer and $\frac{1}{4}$ Saanen crossbred, intact male kids. In the first trial, 34 $\frac{3}{4}$ Boer and $\frac{1}{4}$ Saanen crossbred, intact male kids were used. The baseline group (BL) was comprised of seven randomly selected kids, averaging 21.2 ± 0.36 kg of BW. An intermediate group consisted of six randomly selected kids that were slaughtered when they reached 28.2 ± 0.39 kg BW. The remaining kids ($n = 21$) were allocated randomly to three levels of DMI (treatments: ad libitum and restricted to 30 or 60% of the ad libitum intake) within seven slaughter groups. A slaughter group consisted of one kid from each treatment and was slaughtered when the ad libitum treatment kid reached 35 kg BW. Individual body components were weighed, ground, mixed, and subsampled for chemical analyses. The calculated daily NE_m requirement was $78.2 \text{ kcal/kg}^{0.75}$ of empty BW (EBW). A value of 2.44 g of net protein/kg^{0.75} of EBW for daily maintenance was determined. Net energy and protein (NP_g) requirements for growth ranged from 2.55 to 3.0 Mcal/kg of empty weight gain (EWG) and 178.8 to 185.2 g/kg of EWG for 20 and 35 kg of BW, respectively. The daily net requirement of macrominerals for maintenance was 32.3 mg of Ca; 30.8 mg of P; 1.31 mg of Mg; 8.41 of K and 5.14 mg of Na per kg of EBW. Net macrominerals requirements for growth ranged from 6.5 to 7.0 g of Ca; 5.3 to 5.4 g of P; 0.29 to 0.31 g of Mg; 0.67 to 0.62 g of Na and 1.18 to 1.05 g of K per kg of EWG. The chemical composition of the non-carcass components (head plus feet, organs plus blood, and hide) had the best adjustment to estimate percentage of fat, protein, and water in the empty body. For carcass composition, the chemical composition of ribs was the best component to predict chemical components of the whole carcass.

Key Words: comparative slaughter, goats, net requirement, nutrition, prediction

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

A caprinocultura constitui um importante setor do agronegócio mundial, contribuindo para o fornecimento de couro, fibra, carne, leite e derivados (RESENDE et al., 2005), além de conceder benefícios sociais e econômicos para diversas regiões em desenvolvimento. Atualmente, tem se verificado expansão da produção de caprinos, o que pode ser comprovado pelo aumento em 75% do efetivo mundial destes animais nas últimas duas décadas, acompanhado de aumento de mais de 165% na produção de carne no mesmo período (FAOSTAT, 2005). De acordo com o último censo, a população mundial de caprinos atual é de 808,9 milhões de cabeças, a maior parte concentrada nos países africanos e asiáticos. A produção de carne caprina mundial é de 4,5 milhões de toneladas, sendo 3,4 milhões provenientes de países asiáticos (FAOSTAT, 2005).

Da mesma maneira que em outros países, o crescimento da caprinocultura também pode ser verificado no nosso país, onde o efetivo e a produção de carne aumentaram nas últimas quatro décadas em 28% e 77%, respectivamente (FAOSTAT, 2005). A população de caprinos no Brasil é de aproximadamente 10,6 milhões de cabeças, da qual 92,6% encontram-se nos estados do Nordeste (IBGE, 2004). Mesmo estando concentrada no Nordeste, a exploração caprina vem despertando interesse em outras regiões do país, notadamente nas regiões Sul e Sudeste, visando atender aos mercados de carne, leite e derivados.

Segundo RESENDE et al. (2005), o aumento no interesse pelos caprinos também pode ser observado nas pesquisas com esta espécie. Em levantamento na *HighWire Press* constatou-se que houve aumento de aproximadamente 34% nas publicações envolvendo caprinos e ovinos quando comparadas às décadas de 80 e 90. Na *Elsevier* observou-se crescimento ainda mais relevante, na ordem de 130% no período de 1980/1990 a 1990/2000. Este expressivo aumento das publicações com pequenos ruminantes nesta editora pode ser explicado, entre outros motivos, pela criação de um periódico destinado a estes animais, a revista *Small Ruminant Research*,

a qual foi criada em 1988 e atualmente é considerada uma das mais conceituadas da área. No Brasil, observa-se também um aumento nos estudos com caprinos, sendo na maioria estudos que abordam aspectos nutricionais (RESENDE et al., 2005). Este fato foi também observado por MOHAND-FEHR & LEBBIE (2004), em levantamento aos artigos indexados na base de dados Commonwealth Agricultural Bureaux (CAB), os quais relataram que a grande maioria das publicações com caprinos no período de 1982/83 a 2000 foram relacionados com patologia e nutrição, sendo que aqueles relacionados a patologia tenderam a diminuir e aqueles abordando nutrição cresceram ao longo dos anos, mostrando a importância deste tópico na atividade produtiva.

Apesar do aumento do efetivo, a exploração da carne caprina no Brasil ainda pode ser considerada baixa, apenas 0,9% da produção mundial (FAOSTAT, 2005), o que pode ser devido aos baixos índices de produtividade e baixo nível tecnológico dos sistemas de produção, ressaltados pela não utilização de raças especializadas para corte. Este fato também pode ser observado em outros países, cujos sistemas de produção de carne caprina se encontram mal definidos e a carne de cabrito é um subproduto das explorações leiteiras, onde os animais são abatidos entre 8 a 16 semanas de idade, alcançando peso vivo de 10 a 20 Kg (WILKINSON & STARK, 1987).

Um problema associado com a produção de carne caprina como subproduto do rebanho leiteiro, é que a raça Saanen não é considerada apta à produção de carne. O cruzamento com a raça Boer, cujos reprodutores seriam cruzados com fêmeas Saanen, poderia melhorar os níveis de produtividade dos produtos F1, tanto machos como fêmeas, devido à precocidade e especialização para a produção de carne, proporcionando melhor qualidade de carcaça. O cruzamento das fêmeas F1 com reprodutores Boer proporcionaria, então, uma aditividade nesse melhoramento, cujos produtos ($\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen) seriam mais especializados para a produção de carne. Esse tipo de cruzamento absorvente já vem sendo utilizado por vários produtores no Brasil, com a finalidade de converter parte ou todo rebanho leiteiro em rebanho para corte da raça Boer, introduzida recentemente no país. Apesar de ser mais demorado, o cruzamento absorvente oferece um menor custo em relação à compra de animais puros, uma vez que esses são importados e de valor bem elevado.

Sem dúvida a alimentação merece grande atenção dos pesquisadores, uma vez que representa a maior parcela do custo de produção e o fornecimento de dietas que atendam às necessidades dos animais pode evitar prejuízos econômicos e ambientais, reduzindo o desperdício de nutrientes e minimizando a deposição de poluentes no ambiente. Portanto para a elaboração de dietas eficientes e econômicas, é importante o conhecimento dos hábitos alimentares, da composição bromatológica e eficiência de utilização dos alimentos, do consumo destes alimentos e das exigências nutricionais (RESENDE et al., 2005).

As exigências nutricionais, por sua vez, diferem-se entre espécies devido às diferenças no hábito alimentar, nas atividades físicas, na composição de carcaça, entre outros, justificando assim o estudo isolado das mesmas (NRC, 1981b). Além disso, devem-se considerar as condições edafoclimáticas, genéticas (raças), sexo e idade como fatores influentes nas determinações das exigências nutricionais.

1 A raça Boer

A raça Boer é uma raça caprina especializada para produção de carne e originária da África do Sul. A raça tem esse nome por ser a palavra alemã que representa carne. Sua provável origem é o resultado do cruzamento de cabras indígenas africanas com raças indianas e européias, no século XIX. Os caprinos Boer “melhorados” surgiram no início do século passado, quando um grupo de criadores iniciou a criação de animais tipo carne que apresentavam alta taxa de fertilidade e crescimento, pelo branco curto e marcações vermelhas na cabeça e peito. Desde 1970 esta raça foi incorporada ao Esquema Nacional de Teste de Desempenho de Ovinos e Caprinos da África do Sul, sendo a única raça envolvida efetivamente em testes de desempenho para produção de carne (RIBEIRO & RIBEIRO, 2001). No Brasil, esta raça foi inicialmente introduzida na Paraíba apresentando grande difusão pelo restante do país.

A raça Boer, sendo especializada para a produção de carne, apresenta ganhos de peso de 200 a 300 g/dia. Além disso, suas matrizes são bastante prolíficas, com produção de leite variando de 1,5 a 2,5 kg por dia, com teores de proteína de 43 g/kg e gordura de 77 g/kg (CASEY & NIEKERK, 1988; SCHWALBACH & GREYLING, 2000).

A utilização de cruzamentos tem a finalidade de proporcionar ao produto do acasalamento o maior ganho possível para determinada característica. Seguindo este conceito, algumas pesquisas têm sido realizadas para avaliar o efeito do cruzamento da raça Boer com raças nativas ou leiteiras sobre o desempenho das crias resultantes. CAMERON et al. (2001) verificaram que a taxa de crescimento pós-desmama de cabritos, consumindo ração com alta proporção de concentrado, foi similar para os cabritos provenientes do cruzamento Boer x Spanish e Boer x Angora, sendo que os animais cruzados com Boer apresentaram taxas de crescimento maiores que os animais puros da raça Spanish. DHANDA et al. (2003), avaliando seis genótipos provenientes de cruzamentos entre as raças caprinas Angorá, Boer, Feral e Saanen, observaram que os animais dos cruzamentos Boer x Saanen e Feral x Saanen obtiveram melhores taxas de ganhos que animais de outros cruzamentos, como Boer x Angorá, Boer x Feral e Saanen x Angorá. Entretanto, PEREIRA FILHO (2003) observou que cabritos do cruzamento Boer x Saanen apresentaram ganho de peso e rendimento de carcaça semelhantes aos valores encontrados por YÁÑEZ (2002), trabalhando com cabritos Saanen puros.

Uma observação interessante foi feita por SHERSTHA & FAHMY (2005) ao avaliar estudos sobre cruzamentos raciais em caprinos. Estes autores concluíram que uma dieta com alta qualidade foi essencial para a expressão do potencial genético da raça Boer e seus cruzamentos, apontando talvez para uma exigência nutricional diferenciada.

2 Composição corporal

O conhecimento da composição química do corpo e do ganho em peso é fundamental para a estimativa das exigências nutricionais de uma categoria animal, uma vez que estas estão diretamente correlacionadas (RESENDE, 1989). Vários fatores 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).

Existem diversas metodologias para determinação da composição corporal e em geral, elas podem ser divididas naquelas medidas no animal vivo e aquelas determinadas após o abate. As metodologias realizadas no animal vivo permitem avaliar a composição corporal várias vezes no mesmo animal, sendo não destrutivas, entretanto, algumas delas apresentam repetibilidade inconsistente, alto custo e são justificáveis apenas sob certas condições ambientais (MILLER et al., 1988; STANFORD et al., 1998). Dentre estas destacam-se a ultra-sonografia (EDWARDS et al., 1989; STANFORD et al., 1995), a condutividade elétrica do corpo ou TOBEC (WISHMEYER et al., 1996), impedância bioelétrica ou BIA (BERG & MARCHELLO, 1994), as técnicas de diluição utilizando uréia (KOCK & PRESTON, 1979), água tritiada (PANARETTO & TILL, 1963; RESENDE, 1989) ou óxido de deutério (MARTIN & EHLE, 1986), entre outros.

Na determinação da composição corporal do animal após o abate, destaca-se o método direto (RESENDE, 1989), a composição da seção da 9^a a 11^a costelas (HANKINS & HOWE, 1946; ALLEONI et al., 1997) ou ainda de outras partes do corpo do animal (WILKINSON & GREENHALGH, 1995a; DE CAMPENEERE et al., 1999; MEDEIROS, 2001), gravidade específica do corpo vazio (LUNT et al., 1985; RESENDE, 1989), gravidade específica da seção da costela (RESENDE, 1989), entre outros.

Apesar da escolha do método para predição da composição corporal estar dependente de diversos fatores, tais como: custo, facilidade de tomada das medidas e a acurácia da predição entre animais independente do sexo, idade ou regime de

alimentação (RESENDE et al., 2005), o método direto ainda tem sido apontado como a forma mais precisa e confiável de avaliar a composição corporal, pois consiste na determinação da concentração de nutrientes no corpo do animal, por meio de análise química de todos os tecidos do animal (músculo, gordura e ossos). Entretanto, a moagem de todo o animal torna-se difícil como rotina experimental, pois além de ser de elevado custo, permite apenas uma avaliação por animal. Apesar das dificuldades, todo método de avaliação indireto deve ser desenvolvido ou aferido, comparando-o com o método direto (RESENDE, 1989).

Fornecendo quantidades adequadas de nutrientes e não havendo restrições ambientais, o animal irá desenvolver até seu peso adulto seguindo a curva sigmóide para crescimento acumulativo, o qual é convenientemente descrito pela equação alométrica $Y = aX^b$. O ARC (1980) propôs que as equações de predição do conteúdo dos nutrientes por kg de corpo vazio fossem obtidas por meio de equações alométricas logaritmizadas da quantidade do nutriente presente no corpo vazio, em função do peso de corpo vazio (PCV): $\text{Log } y = a + b \log x$, onde:

$\text{Log } y$ = logaritmo da quantidade total do nutriente no corpo vazio (g);

a = intercepto;

b = coeficiente de regressão da quantidade do nutriente em função de PCV

$\log x$ = logaritmo do peso de corpo vazio (kg).

Para determinação da composição do ganho em peso, é adotada a técnica do abate comparativo, descrita por LOFGREEN & GARRET (1968), em que um grupo de animais é abatido no início do experimento (animais referência) representando a composição corporal inicial e os demais animais são abatidos ao término do período experimental, representando a composição corporal final para cada nutriente, sendo que a partir da diferença entre a composição corporal final e a inicial, estima-se a composição do ganho dos nutrientes por kg de ganho em peso e também a exigência líquida destes nutrientes para o referido ganho.

No Brasil, muitos trabalhos concentraram esforços em avaliar a composição corporal de caprinos em crescimento, cuja variação pode ser explicada pelas diferenças

de peso, estágios de maturidade e sexo entre os animais utilizados nestes estudos, uma vez que estes compreenderam desde indivíduos com 5 até 45 kg de peso vivo. RESENDE (1989), utilizando caprinos machos oriundos do cruzamento de fêmeas sem raça definida - SRD com machos das raças Alpina ou Toggenburg, com peso vivo entre 5 e 25 kg encontrou a seguinte composição corporal: 71,5 e 64,5 % de água; 17,8 e 20,7 % de proteína 5,1 e 9,1 % de gordura; 1,5 e 2,0 Mcal de energia/kg peso do corpo vazio (PCV); 0,96 e 1,09 % de cálcio e 0,75 e 0,71 % de fósforo, respectivamente.

Já em outro estudo, utilizando cabritos do mesmo grupo genético pesando de 5 a 15 kg, RIBEIRO (1995) obteve composição corporal de 73,4 e 61,2 % de água; 16,6 e 17,1 % de proteína; 3,6 e 13,1 % de gordura; 1,4 e 2,3 Mcal de energia/kg PCV; 0,1 e 1,0 % de cálcio e 0,66 e 0,70 % de fósforo, respectivamente.

Enquanto que SOUSA et al. (1998c) utilizando animais alpinos machos não castrados e em crescimento com peso vivo médio de 20 kg, encontrou valores médios para a composição corporal de: 64,88 % de água; 15,22 % de proteína, 16,11 % de gordura, 2,40 Mcal de energia /kg PCV; 0,79 % de cálcio e 0,54 % de fósforo.

Em estudo realizado por MEDEIROS (2001), cabritos da raça Saanen, não castrados, com peso vivo entre 5 e 20 kg, apresentaram a seguinte composição corporal: 76,8 a 73,4% de água, 14,9 a 15,2 % de proteína, 4,0 a 7,5% de gordura e de 1,2 a 1,5 Mcal de energia/kg de PV, sendo que para a composição do ganho em peso os valores foram: 181 a 184 g de proteína/kg de ganho e 1,7 a 2,1 Kcal de energia/g de ganho. Em continuação ao estudo anterior, FERREIRA (2003) determinou a composição corporal de cabritos da raça Saanen, castrados, com peso vivo entre 20 a 35 kg, encontrando os valores de 58,5 a 64,6% de água, 17,6 a 18,5 % de proteína, 8,9 a 18,1% de gordura e de 1,8 a 2,7 Mcal de energia/kg de PV.

São escassos os estudos de composição corporal utilizando animais provenientes de cruzamentos com raça especializada para corte, sendo disponíveis apenas dados na fase inicial de crescimento (de 5 a 25 kg PV), onde TEIXEIRA (2004) relatou variação de 68 a 73% de água, de 18 a 20% de proteína, de 3 a 11% de gordura, de 1,2 a 2,1 Mcal/kg de energia e de 3,6 a 4,6% de cinzas.

3 Exigências nutricionais

3.1 Histórico

O fornecimento de alimentos para animais depende do sincronismo entre suprir as exigências nutricionais para determinada produção conjuntamente com a otimização do lucro obtido em função desta produção. Isto requer informações específicas sobre a exigência nutricional para cada função produtiva e sobre a ingestão dos alimentos e a contribuição de cada um para atingir esta exigência. Neste contexto, alguns comitês, de diversos países, agregaram informações e compilaram dados sobre as exigências nutricionais de caprinos, para serem utilizados por produtores e pesquisadores.

Nos EUA, o National Research Council (NRC) da National Academy of Sciences iniciou, em 1942, o desenvolvimento de padrões alimentares para as diversas espécies, sendo que a primeira publicação do NRC para bovinos de corte e de leite foi editada em 1945. Esta e outras publicações específicas para cada espécie foram preparadas por subcomitês composto por membros especialistas em nutrição.

O NRC de caprinos (Nutrient Requirement of Goats; NRC, 1981b) foi uma das primeiras referências a compilar vários trabalhos em um documento, listando as exigências nutricionais de caprinos em vários estágios de produção. Este documento ganhou proeminência nos anos seguintes à sua publicação e ainda é usado como uma referência em exigências nutricionais de caprinos por alguns grupos. Dois comentários colocados na introdução deste documento ilustraram os desafios que existiam e ainda existem quando se objetiva definir as exigências nutricionais de caprinos:

“É grandemente evidente que, apesar das similaridades com ovinos e bovinos, os caprinos exibem diferenças em hábitos de pastejo, atividades físicas, consumo de água, seleção de alimentos, composição do leite, composição da carcaça, desordens metabólicas e parasitas..”

“...esta primeira edição do NRC deve ser considerada dentro dos limites de conhecimento disponíveis e refinamentos são reservados para edições subsequentes, em decorrência da evolução das pesquisas com caprinos.”

Apesar da consciência dos autores e do aumento de trabalhos com caprinos, esta edição não foi revisada e a maneira de expressar alguns nutrientes entrou em desuso, principalmente com relação à evolução ocorrida para as exigências nutricionais de bovinos. Quando o NRC de bovinos de corte e leite foi primeiramente publicado em 1945, os valores energéticos foram expressos como Nutrientes Digestíveis Totais (NDT). Nas décadas de 50 e 60, ocorreu uma expansão nas pesquisas sobre metabolismo de energia na Europa e nos EUA, levando a um aumento das propostas por um novo sistema de energia, com discussões intensas sobre o mérito dos sistemas baseados em energia digestível, metabolizável e líquida. O sistema de “Energia Líquida da Califórnia”, proposto por LOFGREEN & GARRET (1968), foi adotado primeiramente pelo NRC de gado de corte em 1970 e expressa as exigências em energia líquida de manutenção (EL_m) e de ganho (EL_g). Dentro desta proposta, o NRC de caprinos (NRC, 1981) expressou as exigências como energia digestível, energia metabolizável, energia líquida para manutenção, ganho, gestação, lactação e produção de fibra, além de utilizar também o NDT. Estas formas de energia foram inter convertidas utilizando as relações estabelecidas por GARRET et al. (1959) onde: 100 Mcal de energia bruta (EB)=76 Mcal ED = 62 Mcal EM =35 Mcal EL e 1 kg NDT = 4,409 Mcal ED. Com relação à proteína, as exigências foram expressas, pelo NRC de caprinos, como proteína total e proteína digestível; entretanto este sistema não distingue entre proteína dietética degradada e não degradada no rúmen e nem considera a síntese de proteína microbiana. A complexidade e dinâmica do metabolismo de nitrogênio na nutrição de ruminantes têm sido muito estudadas, gerando avanços conceituais importantes. O maior limitante do uso de proteína bruta ou digestível como uma medida da disponibilidade e utilização protéica é que esta não quantifica e nem diferencia a forma de nitrogênio presente nos alimentos e sua conseqüente utilização pelos microrganismos ruminais. No caso dos minerais, o NRC (1981) é ainda mais limitante pois assume que as exigências para caprinos são semelhantes às outras espécies de ruminantes.

Em 1988, o Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) compilou alguns trabalhos sobre exigências nutricionais de caprinos. O conceito do sistema de arraçãoamento em energia e proteína do INRA foi primeiramente apresentado em 1978

(INRA, 1978), sendo revisado em 1987. Esta revisão foi superficial para os conceitos em energia e aprofundada para os conceitos em proteína. O sistema do INRA de avaliação dos valores alimentares e das exigências energéticas dos animais é determinado em termos de energia líquida, considerando para cada alimento dois valores: a unidade forrageira para leite (UFL) e a unidade forrageira para carne (UFC), sendo a unidade padrão referência para ambos 1 kg de grão de aveia ($UFL = EL_{\text{lactação}}/1700$ e $UFC = EL_{\text{manutenção+engorda}}/1820$). Com relação à proteína, o sistema utilizado é o da “proteína digestível intestinal”, a qual determina o valor protéico dos alimentos e as exigências dos animais em termos da quantidade de aminoácidos realmente absorvidos no intestino delgado. Entretanto, as relações utilizadas para o estabelecimento de todas as equações utilizadas tanto para o aporte energético quanto protéico foram baseadas em experimentos com ovinos e bovinos, além de que, não foi estabelecido uma exigência específica para caprinos de corte.

Em 1998, o comitê de especialistas em caprinos do Agricultural and Food Research Council (AFRC, 1998) publicou uma revisão das informações sobre a composição corporal de caprinos e seus produtos; a ingestão e fisiologia digestiva; e as exigências nutricionais em energia, proteína, minerais e vitaminas, focando o estudo em trabalhos sobre caprinos realizados no Reino Unido. Neste trabalho, as exigências nutricionais obedeceram o método fatorial (ARC, 1980), o qual fraciona a exigência líquida dos animais em seus diversos componentes de produção (exigência total = exigência de manutenção + exigência de ganho + exigência de gestação + exigência de lactação + exigência para exercício ou trabalho). As exigências em energia são expressas em termos de energia metabolizável (EM), baseadas em estudos com calorimetria feitos por BLAXTER (1962) e detalhado pelo ARC (1980), utilizando eficiências da utilização de EM (k) específicas para vários processos fisiológicos a partir da EL. As exigências protéicas são baseadas no sistema de proteína metabolizável recomendada pela AFRC (1992), a qual representa a quantidade de proteína que chega no intestino delgado e que está disponível para o animal. Com relação aos minerais, o AFRC (1998) compara padrões alimentares para caprinos publicados em outros países com as exigências estimadas extrapoladas de recomendações para bovinos e ovinos,

sendo as exigências propostas para caprinos generalizações, podendo variar sua aplicação para raças e condições específicas. Apesar do fundamento do AFRC (1998) ser o mais completo, pois baseia-se na composição corporal e dos produtos para a estimativa das exigências nutricionais, muitos valores e coeficientes utilizados são extrapolados de experimentos com bovinos e ovinos (ARC, 1980), devido, principalmente, à quantidade limitada de trabalhos com caprinos.

Em 2004, pesquisadores do E (Kika) de la Garza American Institute for Goat Research compilaram alguns trabalhos sobre exigências nutricionais de caprinos e o resultado deste projeto foi publicado em uma edição especial da revista Small Ruminant Research (2004, Volume 53, número 3), editado pela Elsevier Science. As exigências determinadas neste estudo foram calculadas empiricamente, estimando-se as exigências em energia e proteína através da regressão do consumo de energia ou proteína metabolizável em função da produção, como ganho de peso, produção de leite, e crescimento da fibra. Os fatores que poderiam estar interferindo nestas equações são aqueles relacionados ao enchimento ruminal e às variações na composição do ganho, os quais não são considerados no cálculo, mas influenciam na determinação das exigências. A vantagem deste método é que os dados podem ser obtidos de situações usuais de produção e o grau de confiabilidade da linha de regressão, da aplicação das exigências obtidas por esta análise e o coeficiente de variação dependerão do número de experimentos fornecedores dos dados usados para a base dos cálculos, e se fatores como raça, aptidão produtiva e idade são considerados.

No Brasil, o Grupo de Estudos em Caprinocultura, da Universidade Estadual Paulista, campus de Jaboticabal tem concentrado esforços no estudo sobre exigências nutricionais de caprinos. Os pesquisadores envolvidos utilizaram, preferencialmente, o método direto (RESENDE, 1989; RIBEIRO, 1995; FERREIRA, 2003; TEIXEIRA, 2004) para a determinação da composição corporal e das exigências, as quais foram estimadas em termos de “exigência líquida”.

3.2 Exigências nutricionais de energia para manutenção e ganho

As exigências de energia podem ser afetadas pela idade, tamanho do corpo, crescimento de pêlos, atividade muscular, relação com outros nutrientes e fatores do meio ambiente, tais como temperatura, umidade, intensidade solar e velocidade do vento (NRC, 1981).

A exigência de energia para manutenção pode ser definida como sendo a quantidade de energia do alimento que não resulta em ganho ou perda de energia do corpo (NRC, 1985). O ARC (1980) definiu as exigências de manutenção de um animal como a quantidade de nutrientes ou energia necessários para que os processos vitais do seu corpo permaneçam normais, incluindo a reposição das perdas endógenas e metabólicas pelas fezes e urina e pela pele, ou seja, é aquela que não permitirá perda ou ganho de peso dos animais e modificações na sua composição corporal. Existem, basicamente, três métodos para estimar as exigências de energia para manutenção: ensaios de alimentação, método calorimétrico e abate comparativo (ARC, 1980). Cada um destes métodos possui suas vantagens e limitações, sendo que a escolha por um deles deve levar em consideração as condições particulares de cada estudo (RESENDE et al., 2005).

LOFGREEN & GARRET (1968) desenvolveram um sistema de energia líquida para bovinos em crescimento e terminação, chamado de “Sistema de Energia Líquida da Califórnia”. Este sistema separa as exigências para manutenção (EL_m) daquela para o ganho de peso (EL_g), expressando um valor de energia líquida do alimento para cada uma dessas funções. De acordo com este sistema, a EL_m corresponde à produção de calor no jejum, e é obtida pela extrapolação ao nível zero de ingestão de energia metabolizável (IEM) da equação de regressão do logaritmo da produção de calor em função da IEM. A EL_g representa a energia retida para determinado ganho em peso do animal e pode ser estimada pela derivação da equação de regressão do conteúdo corporal em energia em função do logaritmo do peso do corpo vazio (PCV), segundo o ARC (1980).

O NRC (1981b) propôs que a exigência de energia para manutenção fosse 57,2 Kcal de $EL_m/kg^{0,75}$ PV, enquanto que o AFRC (1998) recomendou em suas tabelas o valor de 75,3 Kcal de $EL_m/kg^{0,75}$ PV.

Em estudos conduzidos no Brasil, RESENDE (1989) e RIBEIRO (1995), estudando as exigências de energia em caprinos (SRD x Alpina ou Toggenburg) em crescimento, estimaram a exigência líquida de manutenção em 68,9 e 65,7 kcal de $EL_m/kg^{0,75}$ PCV. MEDEIROS (2001), utilizando cabritos da raça Saanen, não castrados, com peso vivo variando de 5 a 20 kg, encontrou como exigência líquida de energia para manutenção o valor de 69,2 Kcal de $EL_m/kg^{0,75}$ PCV, enquanto FERREIRA (2003), utilizando animais da mesma raça, castrados, com peso vivo variando de 20 a 35 kg, estimou o valor de 62,6 Kcal de $EL_m/kg^{0,75}$ PCV.

Em estudos com animais F1 Boer x Saanen, as exigências líquidas de manutenção em energia foram estimadas em 53,5 e 85,1 kcal de $EL_m/kg^{0,75}$ PV, para os cabritos com PV variando de 5 a 15 kg e de 15 a 25 kg, respectivamente (TEIXEIRA, 2004).

Em publicação mais recente, o grupo de pesquisa da E (Kika) de la Garza Institute for Goat Research da Universidade de Langston propôs separação das exigências para quatro grandes grupos raciais: animais para carne (> 50% Boer), leiteiros, nativos e Angorá. No caso especificamente das exigências de manutenção foi possível detectar diferenças nas exigências de energia metabolizável, sendo preconizado 489, 580, 489 e 560 kJ de $EM_m/kg^{0,75}$ de PV (ou 116,8; 138,6; 116,8 e 133,8 kcal de $EM_m/kg^{0,75}$ de PV) para animais em crescimento das raças de corte, leite, nativa e Angorá, respectivamente (SAHLU et al., 2004).

Para crescimento, o AFRC (1998) sugere o valor de 2,3 kcal de EL_g/g de ganho. No trabalho realizado por RESENDE (1989), a energia líquida de ganho foi estimada em 1,4 a 1,8 kcal/g ganho, dependendo do tamanho do animal, sendo que RIBEIRO (1995) encontrou valores de 1,6 a 2,6 kcal/g de ganho.

SOUSA et al. (1998c) estimaram para cabritos da raça Alpina com peso vivo de 18 a 26 kg, energia líquida para ganho de 1,8 a 1,6 kcal/g de ganho, respectivamente.

Para cabritos Saanen em crescimento, MEDEIROS (2001) estimou a exigência de energia líquida para ganho em 1,7 a 2,1 kcal/g de ganho, para animais de 5 a 20 kg

PV, enquanto que FERREIRA (2003) estimou valores de 1,8 a 2,7 kcal/g de ganho, para animais de 20 a 35 kg PV. Recentemente, TEIXEIRA (2004) observou valores de exigência líquida de energia para crescimento variando de 1,5 a 2,3 kcal/g de ganho para cabritos F1 Boer x Saanen de 5 a 25 kg, inferindo que essas exigências em energia foram diferentes das recomendações preconizadas pelos comitês internacionais, e que os cabritos F1 Boer x Saanen exigiram mais energia que os cabritos de outras raças ou cruzamentos estudados em condições brasileiras em similares estágios fisiológicos.

Grande parte das recomendações internacionais é expressa em termos de nutrientes digestíveis totais, metabolizáveis ou brutos, como pode ser encontrado nas recomendações do grupo da Universidade de Langston, o qual indica diferentes exigências de energia metabolizável para crescimento dos grupos raciais Angorá, nativos, leiteiros e de corte (SAHLU et al., 2004), recomendando 37,2; 19,8; 23,1 e 23,1 kJ EM_g/g de ganho de PV (ou 8,8; 4,7; 5,5 e 5,5 kcal de EM_m/ g de ganho de PV), respectivamente. Para animais em aleitamento eles apresentaram uma única recomendação independente do grupo racial pertencente sendo 13,4 kJ (ou 3,2 kcal) EM_g/g de ganho de PV .

3.3 Exigências nutricionais de proteína para manutenção e ganho

As exigências de proteína podem ser expressas de diversas formas como proteína bruta (PB), proteína digestível (PD), proteína degradável no rúmen, proteína não degradável no rúmen, proteína metabolizável (PM) e proteína líquida (PL), de acordo com as informações compiladas em cada sistema de alimentação (MEDEIROS, 2001).

A exigência de proteína para manutenção tem sido determinada por dois métodos: o primeiro, por meio das perdas mínimas nas fezes (NMf), na urina (NUe), nos pêlos e nas secreções da pele (NP) estimadas pelo método do abate comparativo, e o segundo, em ensaios de alimentação, pelo balanço de nitrogênio, em que a manutenção representa o equilíbrio (balanço zero) que apresenta normalmente valores maiores (RESENDE et

al., 2001). As exigências diárias de proteína para caprinos em crescimento podem ser definidas como a soma das exigências para manutenção e para ganho.

Para manutenção, o NRC (1981) considerou um valor de 2,8 g de PD ou 4,2 g PB/kg^{0,75} PV. O AFRC (1998) sugeriu um valor de PL para manutenção (PL_m) de 2,2 g/kg^{0,75} PV/dia. No Brasil, para cabritos Saanen em crescimento, MEDEIROS (2001) estimou a exigência de PL_m em 1,32 g/kg^{0,75} PCV/dia, para animais de 5 a 20 kg PV, não castrados, enquanto que FERREIRA (2003) estimou valores de 2,2 g/kg^{0,75} PCV/dia, para animais de 20 a 35 kg PV, castrados. TEIXEIRA (2004), utilizando animais F1 Boer x Saanen submetidos às mesmas condições, estimou as exigências líquidas de manutenção em proteína em 2,4 e 2,6 g PL_m/kg^{0,75} PV/dia, para os cabritos com PV variando de 5 a 15 kg e de 15 a 25 kg, respectivamente.

O grupo de pesquisa da E (Kika) de la Garza Institute for Goat Research da Universidade de Langston detectou diferenças nas exigências de proteína metabolizável para manutenção entre os animais da raça Angorá e os demais grupos (corte, leite e nativa), sendo recomendado 4,30 e 3,07 g de PM/ kg^{0,75} PV, respectivamente (SAHLU et al., 2004).

Alguns trabalhos de pesquisa têm sido realizados no Brasil a fim de determinar as exigências líquidas de proteína para ganho em caprinos na fase de crescimento. SOUSA et al. (1998c), relataram valores de 168 a 183 g PL_g/kg de ganho de cabritos da raça Alpina de 18 a 26 kg de PV. RIBEIRO (1995) e RESENDE (1989) trabalhando com caprinos SRD x Alpina ou Toggenburg de 5 a 25 kg de PV encontraram exigências líquidas de proteína para ganho de 145 a 151 g/g e 147 a 172 g/kg de ganho, respectivamente.

No trabalho de MEDEIROS (2001), para cabritos Saanen de 5 a 20 kg, a exigência de proteína líquida de ganho foi estimada em 181 a 184 g PL_g/kg de ganho. Já FERREIRA (2003) estimou a exigência líquida de proteína para ganho em 227 a 221 g PL_g/kg de ganho, verificando que a medida que o ganho de peso dos animais aumentou, os valores de exigências líquidas também aumentaram. Em um estudo com cabritos F1 Boer x Saanen, em fase inicial do crescimento, as exigências líquidas para ganho variaram de 135 a 165 g de PL_g/kg de ganho de PV (TEIXEIRA, 2004).

Nas recomendações do grupo da Universidade de Langston, as exigências de proteína metabolizável para crescimento são distintas entre os grupos raciais Angorá, nativo e leiteiro e de corte (SAHLU et al., 2004), sugerindo os valores de 0,318; 0,290 e 0,404 g PM_g/g ganho de PV.

As variações observadas nas estimativas de exigências nos diversos trabalhos podem estar relacionadas a fatores como sexo, idade dos animais, raça ou grau de sangue, taxa de crescimento, estado fisiológico e composição corporal (LU et al., 1987).

3.4 Exigências nutricionais em macrominerais para manutenção e ganho

Os macrominerais representam um componente essencial na dieta de ruminantes e influenciam de modo marcante sua produtividade, pois atuam como cofatores essenciais para utilização de outros elementos como energia e proteína pelo organismo animal. Além disso, esses elementos não podem ser sintetizados pelo organismo animal devendo ser fornecidos diariamente de forma balanceada, na alimentação (SILVEIRA, 1988).

As exigências dietéticas de minerais são muito mais difíceis de serem definidas com exatidão em comparação aos nutrientes orgânicos, pois vários fatores exercem influência sobre a utilização dos minerais, como inter-relações dos diversos elementos, correlações entre frações orgânicas e minerais ou ainda variações individuais.

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 (perdas endógenas).

A utilização de radioisótopos permite uma melhor compreensão da dinâmica dos minerais, com determinação das exigências e regulação homeostática no animal. Entretanto esta metodologia é cara e necessita infra-estrutura adequada para sua realização; desta maneira, a maioria dos trabalhos utiliza ensaios de alimentação, com

o fornecimento de dietas isentas ou muito pobres no mineral em questão, ou então pelo fornecimento de dietas com diferentes teores do elemento mineral em estudo. A partir dos dados obtidos, utiliza-se equação de regressão da quantidade excretada em função da quantidade ingerida, sendo que quando a ingestão do mineral for igual a zero a excreção obtida será a exigência líquida de manutenção.

Quando se utiliza a técnica do abate comparativo, o princípio é o mesmo que o utilizado para proteína, ou seja, a partir da equação de regressão entre a retenção do mineral no ganho e a ingestão do mesmo. A exigência líquida do elemento mineral para manutenção será igual à retenção negativa deste quando a ingestão for extrapolada para zero.

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. (2000b) encontraram, em cabritos da raça Alpina, exigência líquida de fósforo para manutenção de 13,7 mg P/kg PV/dia.

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

Quanto às exigências de manutenção dos outros minerais, estas não têm sido estudadas no Brasil, assim os valores recomendados para ovinos de Mg = 3,5 mg/kg PV; K = 50 mg/kg PV; Na = 15 mg/kg PV (MESCHY, 2000) tem sido utilizados.

RESENDE (1989), trabalhando com caprinos SRD x Alpina ou Toggenburg em crescimento, verificou que as exigências líquidas dos macrominerais para ganho foram semelhantes às de ovinos, porém inferiores às de bovinos, estimando os valores de: 7,18 a 6,89 mg de fósforo; 10,38 a 12,15 mg de cálcio; 0,40 a 0,42 mg de magnésio; 1,20 a 1,12 mg de sódio; e 1,47 a 1,22 mg de potássio/g de ganho. Entretanto, no estudo de RIBEIRO (1995), com animais SRD x Alpino ou Toggenburg, com peso entre 5 a 15 kg, os valores de exigências líquidas encontradas para macrominerais em mg/g de ganho foram 5,20 a 5,50 para fósforo; 8,40 a 9,40 para cálcio; 0,30 para magnésio; 0,90 para sódio e 0,70 a 1,00 para potássio.

Já SOUSA et al. (1998), em pesquisa com animais da raça Alpina, obtiveram uma exigência líquida para ganho de cálcio de 6,99 a 6,98 mg/g de ganho; e de fósforo de 5,86 a 6,43 mg/g de ganho, para animais de 18 a 26 kg de peso vivo, respectivamente.

FERREIRA (2003), utilizando cabritos da raça Saanen de 20 a 35 kg, estimou valores de exigência líquida de macrominerais para ganho inferiores aos citados acima, cujos resultados foram 4,2 a 2,9 mg Ca, 2,4 a 1,5 mg P, 0,6 a 0,5 mg Mg, 0,55 a 0,35 K e 0,37 a 0,25 mg Na por g de ganho de PCV.

Diante do exposto, este trabalho foi realizado com o propósito geral de contribuir com o desenvolvimento da caprinocultura, apresentando dados que possam enriquecer os conhecimentos sobre composição corporal e exigências nutricionais de caprinos. Baseando-se na revisão de literatura apresentada, foi levantada a hipótese de que a utilização da raça Boer em cruzamentos, aumentaria as exigências de proteína, devido a maior proporção de músculo no ganho de peso em relação a uma raça leiteira. Assim, o presente trabalho teve como objetivos específicos:

- i) estudar a composição corporal e do ganho em peso de cabritos com constituição genética $\frac{3}{4}$ Boer e $\frac{1}{4}$ Saanen pesando 20 a 35 kg.
- ii) estimar as exigências líquidas de energia e proteína para manutenção e ganho em peso destes animais;
- iii) estimar as exigências de Ca, P, Na, K e Mg para manutenção e ganho em peso dos cabritos;
- iv) estimar a eficiência da conversão da energia metabolizável para energia líquida (de manutenção, K_m e de ganho, K_g);
- v) estabelecer equações que permitam predizer a composição corporal utilizando a composição de partes do corpo.

4 Referências

AFRC. Agricultural and Food Research Council. Nutritive requirements of ruminant animals: protein (Report 9). **Nutrition Abstracts and Reviews**, v. 62, n. 12, p. 787-835. 1992.

AFRC. Agricultural and Food Research Council. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB INTERNATIONAL, 1993. 159 p.

AFRC. Agricultural and Food Research Council. **The nutrition of goats**. Wallingford: CAB INTERNATIONAL, 1998. 118 p.

ALLEONI, G. F.; LEME, P. R.; BOIN, C.; NARDON, R. F.; DEMARCHI, J. J. A. A.; VIEIRA, P. F. ; TEDESCHI, L. O. Avaliação da composição química e física dos cortes da costela para estimar a composição química corporal de novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 382-390. 1997.

ARC. Agricultural Research Council. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. London: The Gresham Press, 1980. 351 p.

BERG, E. P. ; MARCHELLO, M. J. Bioelectrical impedance analysis for the prediction of fat-free mass in lambs and lamb carcasses. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 72, n. 2, p. 322-329. 1994.

BLAXTER, K. L. The utilization of the energy of food by ruminants. In: ENERGY METABOLISM OF FARM ANIMALS, 2, 10, 1962, Wageningen. **Anais**. Wageningen: Pudoc., 1962. p. 211.

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.

CAMERON, M. R.; LUO, J.; SAHLU, T.; HART, S. P.; COLEMAN, S. W. ; GOETSCH, A. L. Growth and slaughter traits of Boer x Spanish, Boer x Angora and Spanish goats consuming a concentrate-based diet. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 79, n., p. 1423-1430. 2001.

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.

CASEY, N. H. ; NIEKERK, W. A. V. The Boer goat. I. Origin, adaptability, performance, testing, reproduction and milk production. **Small Ruminant Research**, Newton, v. 1, n. 3, p. 291-302. 1988.

DE CAMPENEERE, S.; FIEMS, L.; VAN DE VOORDE, G.; VANAKER, J. M.; BOUCQUÉ, C. ; DEMEYER, D. I. Estimation of carcass composition from 8th rib characteristics with Belgian blue double-muscled bulls. **Meat Science**, Reading, v. 51, n. 1, p. 27-33. 1999.

DHANDA, J. S.; TAYLOR, D. G. ; MURRAY, P. J. Part 1. Growth, carcass and meat quality parameters of male goats: effects of genotype and liveweight at slaughter. **Small Ruminant Research**, Newton, v. 50, n., p. 57-66. 2003.

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.

EDWARDS, J. W.; CANNEL, R. C.; GARRETT, R. P.; SAVELL, J. W.; CROSS, H. R. ; LONGNECKER, M. T. Using ultrasound, linear measurements and live fat thickness estimates to determine the carcass composition of market lambs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 67, n. 12, p. 3322-3330. 1989.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: < <http://apps.fao.org> >. Acesso em: 23 ago 2006.

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 Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

GARRETT, W. N.; MEYER, J. H. ; LOFGREEN, G. P. The comparative energy requirements of sheep and cattle for maintenance and gain. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 18, n. 2, p. 528-547. 1959.

HANKINS, O. G. ; HOWE, P. E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington: USDA, Technical Bulletin n. 926, 1946. p. 1-20.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: < www.sidra.ibge.gov.br >. Acesso em: 11 set 2006.

INRA. Alimentation des Ruminants. **Alimentation des Ruminants**. Versailles: INRA Publications, 1978p.

KOCK, S. W. ; PRESTON, R. L. Estimation of bovine carcass composition by urea dilution technique. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 48, n. 2, p. 319-327. 1979.

LOFGREEN, G. P. ; GARRETT, W. N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 27, n. 3, p. 793-806. 1968.

LU, C. D.; SAHLU, T. ; FERNANDEZ, J. M. Assessment of energy and protein requirements for growth and lactation in goats. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 4, 1987, Brasília. **Anais**. Brasília: EMBRAPA, 1987. p. 1229-1247.

LUNT, D. K.; SMITH, G. L.; MCKEITH, F. K.; SAVELL, J. W.; RIEWE, M. E.; HORN, F. P. ; COLEMAN, S. W. Techniques for predicting beef carcass composition. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 60, n. 5, p. 1201-1227. 1985.

MARTIN, R. A. ; EHLE, F. R. Body composition of lactating and dry holstein cows estimated by deuterium dilution. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 69, n. 1, p. 88-98. 1986.

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

MILLER, M. F.; CROSS, H. R.; BAKER, J. F.; BYERS, F. M. ; RECIO, H. A. Evaluation of live and carcass techniques for predicting beef carcass composition. **Meat Science**, Reading, v. 23, n. 1, p. 111-129. 1988.

MOHAND-FEHR, P. ; LEBBIE, S. H. B. Proposals for improving the research efficiency in goats. **Small Ruminant Research**, Newton, v. 51, n. 2, p. 145-153. 2004.

NRC. National Research Council. **Nutrient Requirements of goats: Angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries**. Washington: National Academy Press, 1981. 91 p.

NRC. National Research Council. **Nutrient requirement of sheep**. Washington, 1985. 99 p.

PANARETTO, B. A. ; TILL, A. R. Body composition in vivo. ii. The composition of mature goats and its relationship to the antipyrine, tritiated water and n-acetyl-4-aminoantipyrine spaces. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 14, n. 5, p. 926-943. 1963.

PEREIRA FILHO, J. M. **Estudo do crescimento alométrico e das características de carcaça e impacto econômico da restrição alimentar de cabritos F1 Boer x Saanen**. 2003. 85 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

QUEIROZ, A. C.; GOUVEIA, L. S.; 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**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 1205-1215. 2000.

RESENDE, K. T. **Métodos de estimativa 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, Viçosa, 1989.

RESENDE, K. T.; PEREIRA FILHO, J. M.; TRINDADE, I. A. C. M.; FERREIRA, A. C. D.; YANEZ, E. A. ; MEDEIROS, A. N. Exigências nutricionais de caprinos leiteiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 484-496.

RESENDE, K. T.; FERNANDES, M. H. M. R. ; TEIXEIRA, I. A. M. A. Exigências nutricionais de caprinos e ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais**. Goiânia: SBZ:Universidade Federal de Goiás, 2005. p. 114-135.

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

RIBEIRO, S. D. A. ; RIBEIRO, A. C. Produção de carne caprina: situação atual e perspectivas. . In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 504-512.

SAHLU, T.; GOETSCH, A. L.; LUO, J.; NSAHLAI, I. V.; MOORE, J. E.; GALYEAN, M. L.; OWENS, F. N.; FERRELL, C. L. ; JOHNSON, Z. B. Nutrient requirements of goats: developed equations, other considerations and future research to improve them. **Small Ruminant Research**, Newton, v. 53, n., p. 191-219. 2004.

SCHWALBACH, L. ; GREYLING, J. Production systems for mutton and goat meat in South Africa with emphasis on the Dorper and the Boer goat breeds. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 1, 2000, João Pessoa. **Anais**. João Pessoa: EMEPA-PB, 2000. p. 49-68.

SHRESTHA, J. N. B. ; FAHMY, M. H. Breeding goats for meat production: a review 1. Genetic resources, management and breed evaluation. **Small Ruminant Research**, Newton, v. 58, n. 2, p. 93-106. 2005.

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.; SILVA, J. F. C.; PEREIRA, J. C. ; GOUVEIA, L. J. Exigências nutricionais de caprinos da raça Alpina em crescimento. 2. Composição corporal e do ganho em peso em proteína, extrato etéreo, energia, cálcio e fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 193-197. 1998.

STANFORD, K.; MCALLISTER, T.; MCDOUGALL, M. ; BAILEY, D. R. C. Use of ultrasound for the prediction of carcass characteristics in Alpine goats. **Small Ruminant Research**, Newton, v. 15, n. 2, p. 195-201. 1995.

STANFORD, K.; JONES, S. D. M. ; PRICE, M. A. Methods of predicting lamb carcass composition: A review. **Small Ruminant Research**, Newton, v. 29, n., p. 241-254. 1998.

TEIXEIRA, I. A. M. A. **Métodos de estimativa de composição corporal e exigências nutricionais de cabritos F1 Boer x Saanen**. 2004. 92 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

WILKINSON, J. M. ; STARK, B. A. Produccion comercial de cabras. **Produccion comercial de cabras**. Zaragoza: Acribia, 1987. 165 p.

WILKINSON, R. G. ; GREENHALGH, J. F. D. Prediction of the body composition of lambs from the composition of their non-carcass components. **Animal Science**, Cambridge, v. 61, n. 2, p. 265-268. 1995.

WISHMEYER, D. L.; SNOWDER, G. D.; CLARK, D. H. ; COCKETT, N. E. Prediction of live lamb chemical composition utilizing electromagnetic scanning (TOBEC). **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 74, n. 8, p. 1864-1872. 1996.

YÁÑEZ, E. A. **Desenvolvimento relativo dos tecidos e características da carcaça de cabritos Saanen, com diferentes pesos e níveis nutricionais**. 2002. 85 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista., Jaboticabal, 2002.

CAPÍTULO 2 – EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS EM ENERGIA E PROTEÍNA PARA MANTENÇA E GANHO EM PESO DE CABRITOS COM CONSTITUIÇÃO GENÉTICA $\frac{3}{4}$ BOER $\frac{1}{4}$ SAANEN

RESUMO – A produção de carne caprina tem se tornado uma atividade econômica em crescimento em diversas partes do mundo. Entretanto, os estudos sobre as exigências energéticas e protéicas de caprinos de corte ainda são poucos, merecendo maiores esforços. Assim, o objetivo deste estudo foi estimar as exigências em energia e proteína para manutenção e ganho em peso de 34 cabritos $\frac{3}{4}$ Boer $\frac{1}{4}$ Saanen, não castrados (peso vivo inicial, PVi, de $20,5 \pm 0,24$ kg). Sete cabritos foram abatidos no início do experimento, com $21,2 \pm 0,36$ kg PV representando os animais referência (AR). Outros seis foram abatidos ao atingirem $28,2 \pm 0,39$ kg PV, representando os animais de abate intermediário (AI). Os 21 restantes foram distribuídos aleatoriamente em sete grupos de três animais, onde os tratamentos foram sorteados entre os animais de cada grupo. Os tratamentos foram definidos por três níveis de consumo de matéria seca (CMS): à vontade e restrição de 30 ou 60% do CMS do tratamento à vontade. Cada grupo (formado por três animais, um de cada tratamento) foi abatido quando o animal do tratamento à vontade atingiu 35 kg de PV. Todo o corpo do animal foi pesado, moído, homogeneizado e uma sub-amostra foi retirada para a realização das análises químicas. A exigência líquida diária de energia para manutenção (EL_m) foi estimada em $78,2 \pm 1,05$ kcal/kg^{0,75} de peso de corpo vazio (PCV). A exigência líquida de proteína diária para manutenção (PL_m) foi estimada em $2,44 \pm 0,4$ g PL_m / kg^{0,75} PCV. A exigência líquida de energia para ganho (EL_g) variou de 2,5 a 3,0 Mcal/kg ganho PCV e a de proteína (PL_g) variou de 178,8 a 185,2 g/kg ganho PCV, para animais pesando de 20 a 35 kg PV.

Palavras-chave: abate comparativo, caprinos, composição corporal, exigência líquida, nutrição.

1 Introdução

A caprinocultura, 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).

A exploração da carne caprina no Brasil é baixa, o que pode ser devido aos baixos índices de produtividade e baixo nível tecnológico dos sistemas de produção, ressaltados pela não utilização de raças especializadas para corte. Este fato também pode ser observado em outros países, cujos sistemas de produção de carne caprina se encontram mal definidos e a carne de cabrito é um sub-produto das explorações leiteiras, onde os animais são abatidos de 8 a 16 semanas de idade, alcançando peso vivo de 10 a 20 Kg (WILKINSON & STARK, 1987).

Um problema associado com a produção de carne caprina como um subproduto do rebanho leiteiro, é que a raça Saanen não é considerada apta à produção de carne. O cruzamento com a raça Boer, cujos reprodutores seriam cruzados com fêmeas Saanen, poderia melhorar os níveis de produtividade dos produtos F1, tanto machos como fêmeas, devido à precocidade e especialização para a produção de carne, proporcionando melhor conformação de carcaça. O cruzamento das fêmeas F1 com reprodutores Boer proporcionaria, então, uma aditividade nesse melhoramento, cujos produtos ($\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen) seriam mais especializados para a produção de carne. Esse tipo de cruzamento absorvente já vem sendo utilizado por vários produtores no Brasil, com a finalidade de converter parte ou todo rebanho leiteiro em rebanho para corte da raça Boer, introduzida recentemente no país. Apesar de ser mais demorado, o cruzamento absorvente oferece um menor custo em relação à compra de animais puros, uma vez que esses são importados e de valor elevado.

As exigências nutricionais diferem-se entre espécies devido às diferenças no hábito alimentar, nas atividades físicas, na composição de carcaça, entre outros, justificando assim o estudo isolado das mesmas (NRC, 1981b). Além disso, na determinação das exigências nutricionais deve-se considerar as condições edafoclimáticas, genéticas (raças), sexo e idade. A utilização da raça Boer em cruzamentos, poderia aumentar as exigências de proteína, devido a maior proporção de músculo no ganho de peso em relação a uma raça leiteira.

O objetivo deste experimento foi determinar a composição corporal de cabritos com constituição genética $\frac{3}{4}$ Boer e $\frac{1}{4}$ Saanen bem como, estimar suas exigências nutricionais em proteína e energia.

2 Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV/UNESP, Jaboticabal - São Paulo, Brasil, localizada a 21°14'05"S e 48°17'09"W, altitude de 615 m. Os valores de temperatura e umidade relativa do ar durante o período experimental estão apresentados na Tabela 1.

Foram utilizados 34 cabritos com constituição genética $\frac{3}{4}$ Boer e $\frac{1}{4}$ Saanen, não castrados e descornados. Após a desmama, que ocorreu aproximadamente aos 60 dias de idade, todos os cabritos foram alimentados com a ração experimental até o início do experimento, quando os animais atingiram $20,5 \pm 0,24$ kg de peso vivo (PV). Sete cabritos foram abatidos no início do experimento, com $21,2 \pm 0,36$ kg PV representando os animais referência. Outros seis foram abatidos ao atingirem $28,2 \pm 0,39$ kg PV, representando animais de abate intermediário. Os 21 restantes foram distribuídos aleatoriamente em sete grupos de três animais, onde os tratamentos foram sorteados entre os animais de cada grupo.

Tabela 1. Valores de temperatura máxima e mínima (°C) e umidade relativa do ar (%) do período experimental.

Temperatura			Umidade		
Max	Min	Média	Max	Min	Média
29,5	20,9	25,2	92,6	51,7	72,2

Os tratamentos foram definidos por três níveis de consumo de matéria seca (CMS): à vontade e restrição de 30 ou 60% do CMS do tratamento à vontade. O grupo foi abatido quando o animal que estava recebendo o tratamento à vontade (AV) atingiu 35 kg. Os níveis de restrição de 60 e 30% de ingestão foram determinados diariamente, de acordo com o CMS do dia anterior do animal com alimentação à vontade, dentro do grupo. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas medindo 0,5 x 1,0 m, providas de comedouro e bebedouro.

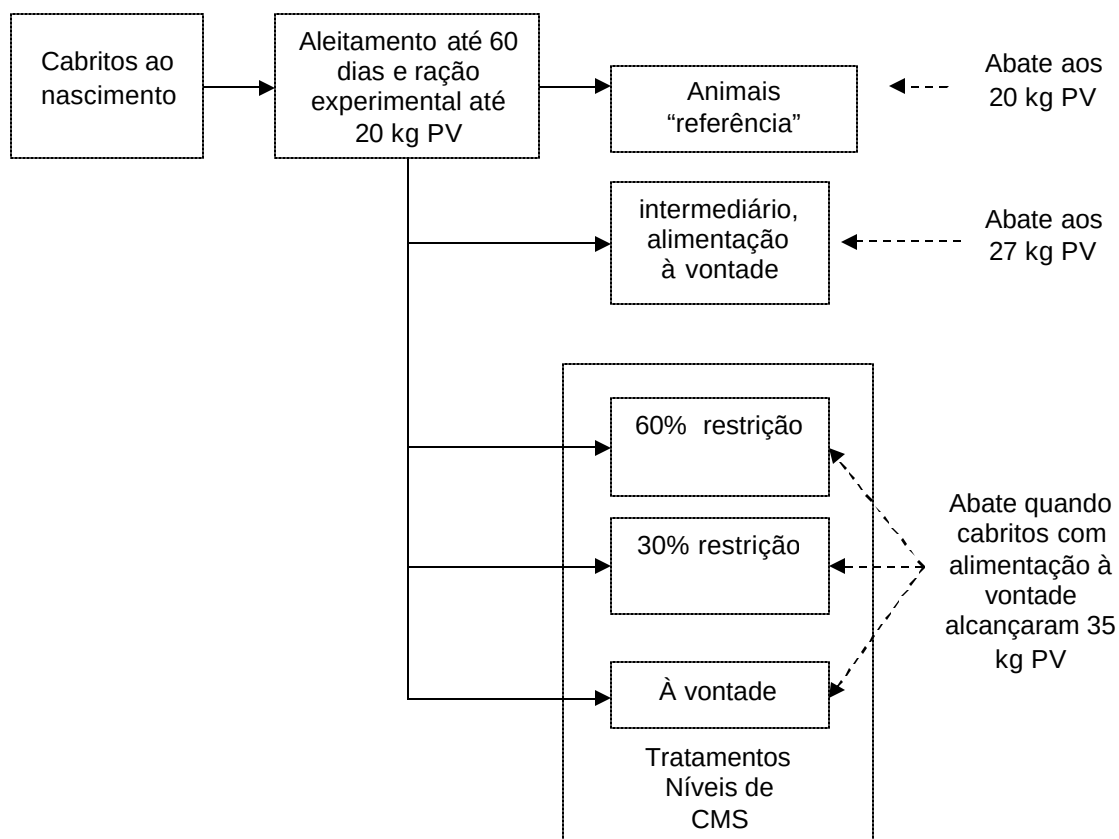


Figura 1. Organograma dos grupos de abate e tratamentos.

A dieta experimental foi única para todos os tratamentos e mantinha a mesma relação entre os nutrientes, variando apenas a quantidade ofertada aos animais e foi constituída de feno da planta de milho (planta inteira de milho sem raiz, cortada no ponto para ensilar e seca ao sol), milho moído, farelo de soja, melaço, óleo, calcário, núcleo mineral e cloreto de cálcio (Tabela 2). A dieta foi fornecida uma vez ao dia, às 8 horas, sendo que antes do fornecimento as sobras foram retiradas, pesadas e amostradas. O CMS foi determinado pelo controle diário do alimento fornecido e recusado.

Tabela 2. Ingredientes e composição química da ração (base na MS)

Item	%
Ingredientes	
Feno da planta de milho	46,3
Milho moído	25,3
Farelo de soja	19,0
Melaço	4,5
Óleo de soja	0,9
Suplemento mineral ¹	2,1
Calcáreo	0,9
Cloreto de cálcio	1,0
Composição da ração²	
MS, %	92,9
MM, % MS	7,9
PB, % MS	14,5
EE, % MS	3,7
FDN, % MS	39,6
FDA, % MS	15,5
EB, Kcal/kg MS	3.963,7

¹Composição do suplemento mineral em kg: 190 g Ca; 92 g Cl; 73 g P; 62 g Na; 44 g Mg; 30g Sn; 1350 mg Zn; 1064 mg Fe; 940 mg Mn; 730 mg F (máximo); 340 mg Cu; 18 mg Se; 16 mg I; 3 mg Co.

²MS = matéria seca, MM = matéria mineral, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, EB = energia bruta, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido.

2.1 Ensaio de digestibilidade

Paralelamente foi desenvolvido um ensaio de digestibilidade com 15 animais, separados em cinco grupos com três níveis de CMS (à vontade e restrição de 30 ou 60% do CMS do à vontade), para se determinar, na ração, a energia digestível e metabolizável, a metabolizabilidade da ração (q_m) e a digestibilidade da proteína, utilizando um delineamento inteiramente ao acaso. Os animais ficaram em gaiolas para

ensaio de metabolismo, a qual permitia a separação de fezes e urina. As amostras do alimento oferecido e recusado, das fezes e da urina foram coletadas diariamente, durante cinco dias, após um período de adaptação de cinco dias. A quantidade total diária de fezes excretadas foi pesada em balança eletrônica com precisão de 0,1 g e a de urina mensurada em provetas com precisão de 10 mL, coletando-se uma alíquota de 10% que foi congelada a - 20° C. A urina foi coletada em baldes contendo 20 mL de HCl 6N, acidificando-a (pH abaixo de 3,0) a fim de prevenir a volatilização da amônia. A energia digestível (ED) foi calculada por meio da energia bruta (EB) do alimento oferecido, do recusado e das fezes. A energia metabolizável (EM) foi calculada por meio da ED menos a EB da urina e a energia dos produtos gasosos (EPG, estimada utilizando equação de BLAXTER & CLAPPERTON em (1965).

2.2 Procedimentos de abate

O controle do desenvolvimento ponderal dos animais foi realizado semanalmente com a pesagem dos mesmos. Para se determinar o peso ao abate ou peso após jejum (PJ), os animais foram submetidos a jejum de sólidos e líquidos de 16 horas, seguida de insensibilização com choque elétrico e mortos com corte nas carótidas e jugulares. O sangue foi colhido e pesado, o trato gastrintestinal foi retirado, pesado antes e após a retirada de seu conteúdo para determinação do peso de corpo vazio (PCV). Todo o corpo do animal (sangue, vísceras, cabeça, patas, pele e carcaça) foi inicialmente congelado, depois cortado em serra de fita, triturado, homogeneizado e retiradas amostras de 500 g aproximadamente, as quais foram novamente congeladas e liofilizadas para determinação da matéria seca.

2.3 Análises laboratoriais

As amostras obtidas dos ingredientes da dieta experimental, do alimento oferecido e recusado e das fezes foram secas a 60° C por 72 h e moídas em peneira de malha de 1 mm usando um moinho do tipo Wiley. Após este procedimento, as amostras

foram analisadas para se conhecer os teores de: extrato etéreo (utilizando um aparato de extração Soxlet), proteína bruta (nitrogênio total pelo método de combustão de Dumas utilizando um analisador tipo LECO FP-528LC), matéria mineral, energia bruta (em bomba calorimétrica tipo Parr), fibra em detergente neutro (FDN, com α -amilase e sem sulfito) e fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com o protocolo sugerido por SILVA & QUEIROZ (2005).

As amostras de urina foram analisadas para se conhecer os teores de: matéria seca, nitrogênio total e energia bruta pelos métodos descritos acima.

As amostras do corpo foram analisadas para se conhecer os teores de extrato etéreo, proteína bruta (nitrogênio total) e energia, conforme procedimento descrito anteriormente e matéria mineral de acordo com o protocolo sugerido por SILVA & QUEIROZ (2005).

2.4 Cálculo da composição corporal inicial.

A composição corporal inicial (aos 20 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).

O PCVi inicial e a composição corporal inicial em proteína dos animais foram calculados a partir de equações de regressão desenvolvidas a partir dos “animais referência” (Equação 1, $r^2 = 0,82$ e Equação 2, $r^2 = 0,70$, respectivamente).

$$\text{PCVi} = 0,68 + 0,80 \text{ P Ji} \quad [1]$$

$$\text{PtCVi} = 0,50 + 0,14 \text{ PCVi} \quad [2]$$

Onde, PCVi é o peso do corpo vazio inicial, P Ji é o peso em jejum inicial e PtCVi é a quantidade inicial de proteína no corpo.

A composição corporal inicial em gordura, água, cinzas e energia foram estimadas através das médias da composição corporal dos “animais referência”.

Os procedimentos utilizados para o cálculo da energia retida (ER, Mcal) e da exigência energética para manutenção foram similares aos utilizados por LOFGREEN e GARRETT (1968).

2.5 Partição de energia.

O ganho de proteína e gordura no peso de corpo vazio (GPCV, kg/d) foi calculado como a diferença entre os pesos inicial e final do respectivo componente no corpo, dividido pelo número de dias em experimento. A produção de calor (PC, kcal/kg^{0,75} PCV) foi calculada como a diferença entre a ingestão de energia metabolizável (IEM, kcal/kg^{0,75} PCV) e a ER (kcal/kg^{0,75} PCV). O antilog do intercepto da regressão linear entre o log da PC e a IEM foi considerado como a exigência líquida de energia para manutenção (EL_m, kcal/kg^{0,75} PCV; LOFGREEN e GARRETT, 1968). A exigência de energia metabolizável para manutenção (EM_m, kcal/kg^{0,75} PCV) foi estimada considerando-se o ponto de equilíbrio no qual a produção de calor foi igual à IEM. A eficiência parcial da utilização de energia para manutenção (k_m) foi calculada como sendo a EL_m dividida pela EM_m. A eficiência parcial da utilização de energia para ganho (k_g) foi calculada como a inclinação da regressão da RE sobre a IEM.

2.6 Exigência de proteína para manutenção

A exigência líquida de proteína para manutenção foi obtida a partir do intercepto da equação de regressão da quantidade de nitrogênio retido no corpo em função do nitrogênio ingerido (ARC, 1980), multiplicado pelo fator 6,25. A exigência dietética de proteína para manutenção foi calculada como sendo a ingestão de nitrogênio quando a retenção de N for igual a zero multiplicada pelo fator 6,25.

2.7 Exigências para ganho.

A predição da composição corporal foi obtida por meio de equação alométrica logaritimizada que tem como variável dependente a quantidade do componente (proteína, gordura, água, cinzas e energia) presente no corpo vazio e variável independente o PCV (Equação 3; ARC, 1980).

$$\text{Log}_{10} (\text{peso do componente, kg}) = a + b \times \text{log}_{10} (\text{PCV, kg}) \quad [3]$$

Onde peso do componente é a quantidade total 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 4; ARC, 1980).

$$\text{Conc. Componente} = b \times 10^a \times \text{PCV}^{(b-1)} \quad [4]$$

Onde, conc componente é a concentração do nutriente ou da energia por unidade de GPCV, g/kg ganho ou kcal/kg ganho; PCV é o peso de corpo vazio, e a e b são parâmetros determinados pela equação alométrica logaritimizada da composição corporal (Equação 4).

2.8 Análise estatística.

Para o estudo da composição corporal o experimento foi montado em um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e sete repetições, sendo realizada análise de regressão da quantidade do componente presente no corpo vazio em função do PCV pelo PROC REG (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Para o ensaio de digestibilidade foi adotado um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e cinco repetições, as médias foram testadas pelo teste “Least square means” pelo PROC GLM (SAS Inst. Inc., Cary, NC).

3 Resultados e Discussão

3.1 Desempenho e composição corporal e do ganho

Como esperado, o CMS e a IEM foram maiores para os animais consumindo à vontade em comparação aos de consumo restrito (Tabela 3). Consequentemente, cabritos com consumo à vontade apresentaram maiores ganho de peso (GPV), GPCV, ER e PC, indicando que a PC aumenta concomitantemente com o aumento de IEM, em decorrência do aumento do incremento calórico. A razão entre PCV e o PV foi maior para os animais consumindo à vontade em comparação aos animais com 60% de restrição alimentar (0,87 e 0,81, respectivamente).

Tabela 3. Composição corporal final e balanço de energia de cabritos, não castrados, com constituição genética $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen do abate “referência” (AR), intermediário (AI) e dos 3 níveis de ingestão (à vontade, AV, e com restrição de 30 e 60% do consumo à vontade)

Variável ^z	AR	AI	Níveis de ingestão ¹			SEM	P
			60%	30%	AV		
N	7	6	7	7	7	---	---
Idade (dias)	123	155	167	171	169	---	---
PE, d	---	39	70	70	70	--	--
PVi, kg	21,2	20,8	20,4	20,0	20,3	0,24	0,33
PVf, kg	21,2	28,2	22,6 ^c	29,9 ^d	35,6 ^a	0,36	<0,0001
PJ, kg	19,1	26,2	21,1 ^c	28,2 ^d	34,0 ^a	0,38	<0,0001
PCV, kg	15,9	22,8	17,2 ^c	23,9 ^d	29,7 ^a	0,45	<0,0001
Gordura, % PCV	11,6	14,5	12,5 ^d	14,2 ^a	15,0 ^a	0,66	0,004
Proteína, % PCV	17,0	17,6	18,2 ^a	17,8 ^{ad}	17,5 ^d	0,20	0,007
Água, % PCV	67,9	64,7	65,8 ^a	64,6 ^{ad}	64,1 ^d	0,62	0,001
MM, % PCV	3,45	3,27	3,7 ^a	3,4 ^{ad}	3,3 ^d	0,08	0,027
GPV, g/d	---	208,6	41,0 ^c	151,8 ^d	231,3 ^a	14,9	<0,0001
GPCV, g/d	---	205,3	27,0 ^c	133,6 ^d	211,3 ^a	15,9	<0,0001
FIG, % GPCV	---	19,9	11,1	18,2	18,6	3,27	0,25
PIG, % GPCV	---	17,4	24,8 ^a	17,9 ^d	17,3 ^d	1,4	<0,01
CMS, g/d	---	921,8	442,5 ^c	762,7 ^d	1068,5 ^a	50,2	<0,05
CMS, g/kg ^{u, r/b} PCV/d	---	100,3	54,8 ^c	82,8 ^d	104,8 ^a	5,13	<0,02
IEM, kcal/kg ^{u, r/b} PCV/d	---	243,9	137,8 ^c	199,1 ^d	254,7 ^a	12,5	<0,03
ER, kcal/kg ^{u, r/b} PCV/d	---	64,8	9,2 ^c	37,8 ^d	56,3 ^a	5,45	<0,02
PC, kcal/kg ^{u, r/b} PCV/d	---	179,0	128,6 ^c	161,2 ^d	198,4 ^a	8,0	<0,002
PCV/PJ	0,83	0,87	0,81 ^d	0,85 ^a	0,87 ^a	0,01	<0,002

¹ Animais de cada grupo foram abatidos quando o animal com alimentação à vontade atingiu 35 kg.

² PE = período experimental, PV= peso vivo, PVi = peso vivo inicial, PVf = peso vivo final, PJ = peso após jejum, PCV = peso de corpo vazio, GPCV = ganho de peso de corpo vazio, FIG = porcentagem de gordura no ganho, PIG = porcentagem de proteína no ganho, IEM = ingestão de EM, ER = energia retida, PC = produção de calor

^{a, b, c} médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si ($P < 0,05$).

As equações para estimar a taxa de deposição de gordura no ganho (Eq. 5, $r^2 = 0,91$ e $RMSE = 0,005$) e a taxa de deposição de proteína no ganho (Eq. 6, $r^2 = 0,97$ e $RMSE = 0,002$) são descritas abaixo,

$$FIG, \text{kg/d} = -0,037 \pm 0,006 + 0,012 \pm 0,002 \times ERc + 0,211 \pm 0,014 \times GPCV \quad [5]$$

$$PIG, \text{kg/d} = -0,095 \pm 0,067 \times FIG + 0,192 \pm 0,013 \times GPCV \quad [6]$$

Onde, FIG é a taxa de deposição de gordura no ganho, ERc é a concentração de energia retida no ganho em Mcal/kg GPCV, GPCV é o ganho de peso de corpo vazio em kg/d e PIG é a taxa de deposição de proteína no ganho,

As equações para estimar a porcentagem de gordura no ganho (Eq. 7, $r^2 = 0,92$ e $RMSE = 1,6$) e a porcentagem de proteína no ganho (Eq. 8, $r^2 = 0,99$ e $RMSE = 0,004$) são descritas abaixo:

$$FIG, \% = -8,48 \pm 1,71 + 9,71 \pm 0,59 \times ERc \quad [7]$$

$$PIG, \% = 17,58 \pm 0,006 \times ERc - 1,654 \pm 0,001 \times FIG \quad [8]$$

Onde, FIG é a porcentagem de gordura no ganho de GPCV, ERc é a concentração de energia retida no ganho em Mcal/kg GPCV, GPCV é o ganho de peso de corpo vazio em kg/d e PIG é a porcentagem de proteína no ganho de GPCV.

A equação [8] é muito semelhante àquela derivada por TEDESCHI et al. (2002), usando bois da raça Nelore ($PIG, \% = 17,6 \times REc - 1,65 \times FIG + 0,008$). Entretanto a equação deste estudo para prever FIG apresentou valores de intercepto e inclinação menores do que os utilizados por TEDESCHI et al. (2002, $FIG, \% = 11,5 \times ERc - 10,24$), sugerindo que cabritos podem ter carcaças mais magras que bois, cuja deposição de proteína é maior do que a de gordura comparado com bovinos. A proporção de ER proveniente da proteína (ERp) e da gordura (ERf) foram estimadas a partir da ERc, (equações [9] e [10]). O comportamento da equação [9] é similar ao da equação sugerida por TEDESCHI et al. (2004), utilizando bovinos castrados ou não.

$$ERp = 0,1691 \pm 0,09 + 2,4761 \pm 0,58 \times \text{Exp} (-0,8778 \pm 0,22 \times ERc) \quad [9]$$

$$ER_f = 0,7739 \pm 0,04 - 1,4842 \pm 0,90 \times \text{Exp} (-0,8314 \pm 0,32 \times ER_c) \quad [10]$$

Onde ER_p é a energia proveniente da proteína e ER_f é a energia proveniente da gordura como uma proporção da ER total em Mcal/Mcal, ER_c é a concentração de energia retida no ganho em Mcal/kg GPCV.

A Figura 2 mostra a relação entre ER_p e ER_c utilizando a equação [9] e a equação sugerida por TEDESCHI et al. (2004) e a Figura 3 mostra a relação entre ER_f e ER_c utilizando a equação [10]. Pode-se observar que a equação desenvolvida por TEDESCHI et al. (2004) para bovinos tende a super- e sub- estimar ER_p abaixo de 1,4 e acima de 4,2 Mcal/kg, respectivamente. Isto pode ter ocorrido devido à grande variação de alguns pontos neste estudo. Mesmo assim, a equação desenvolvida por TEDESCHI et al. (2004) foi satisfatória para caprinos dentro do intervalo entre 2,5 e 3,5 Mcal/kg, sendo semelhante à equação [9], sugerindo que pode-se determinar com precisão a proporção de proteína retida como energia, a qual pode ser usada para estimar a eficiência parcial de EM para EL para ganho (TEDESCHI et al., 2002; WILLIAMS & JENKINS, 2003; TEDESCHI et al., 2004).

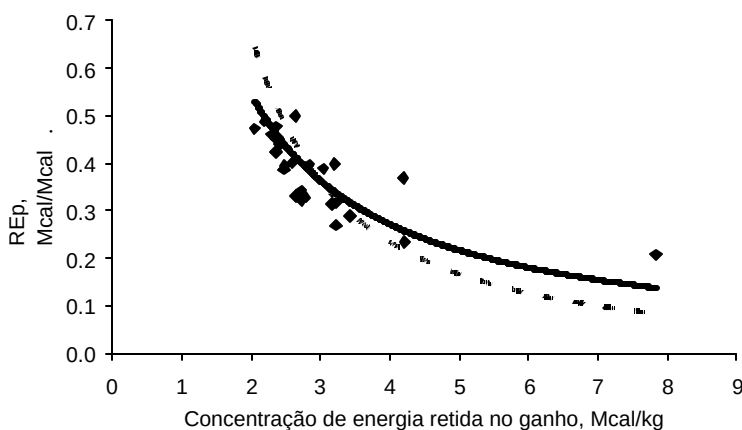


Figura 2. Relação entre proporção de energia retida proveniente da proteína (ER_p , Mcal/Mcal) e a concentração de energia retida no ganho (ER_c , Mcal/kg de ganho de peso de corpo vazio). A linha pontilhada representa a ER_p predita por Tedeschi et al. (2004) e a linha inteira, a ER_p pela equação [9]: $ER_p = 0,1691 \pm 0,09 + 2,4761 \pm 0,58 \times \text{Exp} (-0,8778 \pm 0,22 \times ER_c)$.

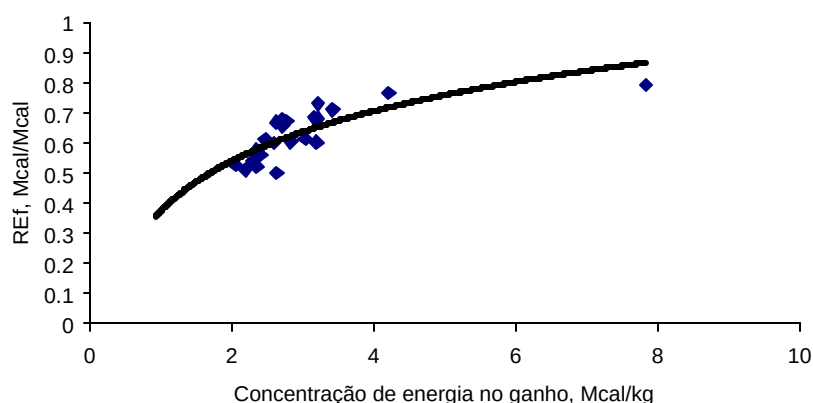


Figura 3. Relação entre proporção de energia retida proveniente da gordura (ERf, Mcal/Mcal) e a concentração de energia retida no ganho (ERC, Mcal/kg de ganho de peso de corpo vazio). $ERf = 0,7739 \pm 0,04 - 1,4842 \pm 0,90 \times \text{Exp}(-0,8314 \pm 0,32 \times ERC)$

Como pode ser observado pelas Figuras 2 e 3, a REp tende a decrescer enquanto a REf tende a aumentar com o aumento da deposição de energia no ganho. Este comportamento pode ser explicado, primeiramente, pelo maior teor energético da gordura em relação à proteína (2,25 vezes maior), além disso, a eficiência parcial de uso da energia para síntese de gordura é maior que a da proteína (WILLIAMS & JENKINS, 2003), o que induz o animal a depositar mais gordura no ganho de peso em relação à deposição de proteína.

3.2 Ensaio de digestibilidade

Os valores médios da digestibilidade aparente e do balanço de N estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Valores de peso vivo, digestibilidade aparente, balanço de N, energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) em cabritos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen, no ensaio de digestibilidade, recebendo 3 níveis de ingestão (à vontade, AV, e restrição de 30% ou 60% do consumo à vontade)

Variável ¹	Nível de restrição			SEM	P
	60%	30%	0% (AV)		
Número de animais	5	5	5	---	---
PV, kg	19,6 ^c	24,4 ^b	28,1 ^a	0,30	<0,001
PV ^{0,75} , kg	9,3 ^c	10,9 ^b	12,2 ^a	0,10	<0,001
CMS, g/d	432,1 ^c	755,9 ^b	1002,6 ^a	80,9	0,001
Digestibilidade MS, %	75,0	72,1	71,0	2,3	0,50
Consumo de EB, Mcal/d	1,6 ^c	2,8 ^b	3,8 ^a	0,27	0,01
EB fezes, Mcal/d	0,4 ^b	0,8 ^a	1,1 ^a	0,13	0,03
EB urina, Mcal/d	0,04 ^b	0,06 ^a	0,06 ^a	0,01	0,04
EPG, Mcal/d	0,14 ^c	0,24 ^b	0,32 ^a	0,02	0,01
Digestibilidade energia, %	74,6	71,3	72,2	2,1	0,50
ED, Mcal/kg	2,96	2,83	2,86	0,08	0,54
EM, Mcal/kg	2,54	2,43	2,46	0,07	0,50
q _m	0,64	0,61	0,62	0,02	0,50
EM/ED	0,86	0,86	0,86	0,005	0,83
Digestibilidade PB, %	81,5 ^a	73,9 ^b	76,2 ^b	1,74	0,026
N, g/ kg ^{0,75} de PV					
Ingestão	1,13 ^b	1,59 ^a	1,88 ^a	0,16	0,04
Fecal	0,21 ^b	0,42 ^a	0,50 ^a	0,07	0,04
Urinário	0,40	0,46	0,51	0,08	0,67
Balanço ²	0,52	0,71	0,86	0,11	0,16

¹ PV = peso vivo, EB = energia bruta, EPG = energia dos produtos gasosos, calculada de acordo com BLAXTER & CLAPPERTON (1965), ED = energia digestível, EM = energia metabolizável, q_m = metabolizabilidade da dieta.

² considerando uma perda por escamações da pele de 0,1125 g/kg^{0,75} PCV por dia (ARC, 1980).

a, b, c médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si

O consumo de matéria seca foi em média 1002,6; 755,9 e 432,1 g/dia e o consumo de EB foi 3,8; 2,8 e 1,6 Mcal/d para os animais com 0, 30 e 60% de restrição alimentar. O aumento do consumo de EB para os animais consumindo à vontade (0 % de restrição) foi concomitante com o aumento da EB excretada pelas fezes e urina. A relação negativa entre ingestão e digestibilidade de uma mesma dieta tem sido comumente descrita, mostrando que a principal causa dessa variação está relacionada ao menor tempo de retenção da digesta no rúmen quando aumenta o nível de ingestão. Entretanto, neste trabalho, a digestibilidade aparente da energia, a ED e a EM não diferiram entre os níveis de ingestão. Apesar destes valores serem numericamente maiores para os animais com menor consumo, a análise estatística não conseguiu detectar diferenças significativas.

Uma possível explicação foi especulada por DOREAU et al. (2003), os quais relataram que em condições de ingestão muito baixa, a resposta do coeficiente de digestibilidade a um decréscimo na ingestão pode variar devido às limitações da atividade microbiana no rúmen. Os autores hipotetizaram que uma redução no crescimento bacteriano ou do potencial de crescimento microbiano pode ocorrer em animais com níveis de ingestão muito baixos, mas os mecanismos responsáveis por isso ainda não foram totalmente descritos.

Verificou-se que a digestibilidade aparente da PB foi maior para os animais com maiores níveis de restrição, o que pode ter sido conseqüência de um aumento da reciclagem da uréia, como uma adaptação metabólica ao menor aporte de N para o animal.

3.3 Exigência de energia para manutenção

Exigência de energia para manutenção é a quantidade de energia usada para o metabolismo basal (mínima produção de calor necessária para os processos vitais de um animal saudável e em jejum) mais o calor perdido quando o animal está em movimento e quando consome alimento suficiente para manter a quantidade de energia corporal estática, ou seja, incremento calórico com balanço energético zero (NRC, 1981c). Em nosso estudo, mudanças na quantidade de energia corporal foram medidas em três níveis de IEM e, através da extrapolação, a exigência de energia para manutenção e as eficiências parciais da utilização de energia foram estimadas. A regressão linear do log da PC contra a IEM ($r^2 = 0,92$) é apresentada na Equação 11.

$$\text{Log (PC)} = 1,8924 \pm 0,0194 + 0,0015 \pm 0,0001 \text{ IEM} \quad [11]$$

Onde PC é a produção de calor em kcal/kg^{0,75} PCV, IEM é a ingestão de energia metabolizável em kcal/kg^{0,75} PCV.

Assim, o log da produção de calor de um cabrito em jejum foi igual a $1,8924 \pm 0,0194$ (consumo zero de energia metabolizável). Através do antilogaritmo dos

extremos, considerando o erro padrão do intercepto (0,0194), obtém-se os valores de 81,7 e 74,7, gerando então o valor médio de 78,2 kcal/kg^{0,75} PCV ou 66,4 kcal/kg^{0,75} PV representando a exigência líquida de energia para manutenção (EL_m)

Este valor é semelhante aos valores sugeridos pelo NRC (1984; 2000) para bovinos e pelo AFRC (1998) para caprinos, o qual recomenda 75,3 kcal/kg^{0,75} PCV baseado em 9 estudos conduzidos de 1906 a 1990.

A EL_m tem sido determinada em outros experimentos em condições muito similares ao deste. Em estudos com animais F1 Boer x Saanen, as exigências líquidas de manutenção em energia foram estimadas em 53,5 e 85,1 kcal/kg^{0,75} PV para cabritos com PV variando de 5 a 15 kg e de 15 a 25 kg, respectivamente (TEIXEIRA, 2004). Em outros experimentos com animais Saanen, MEDEIROS (2001) estimou a exigência líquida de manutenção em 69,3 kcal /kg^{0,75} PCV para cabritos inteiros com peso vivo variando 5 a 20 kg, e FERREIRA (2003) em 62,6 kcal/kg^{0,75} PCV para cabritos castrados com peso vivo variando de 20 a 35 kg. Analisando-se estes valores, podemos inferir que talvez animais Saanen apresentem uma exigência de EL_m menor que animais Boer, sendo os cruzamentos apresentando valores intermediários.

Entretanto, usando um modelo de regressão múltipla com oito genótipos, LUO et al (2004a) relatou um valor de EL_m de 71,2 kcal/ kg^{0,75} PCV para caprinos consumindo dietas próximas à manutenção, não identificando diferenças de EL_m entre os genótipos de caprinos.

Vários fatores podem ter contribuído para as diferenças de EL_m encontradas, tais como: raça, sexo, idade, condições ambientais (principalmente temperatura) e atividade (NRC, 1996).

A energia metabolizável para manutenção (EM_m), a qual foi calculada iterativamente assumindo a PC igual à IEM de manutenção, foi estimada em 119,1 kcal/kg^{0,75} PCV. Assim, a eficiência parcial do uso de EM para EL_m (k_m) foi 65%. O k_m sugerido pelo AFRC (1998) é calculado a partir da equação $k_m = 0,35 \times q_m + 0,503$ (ARC, 1980), no qual **q_m** é a metabolizabilidade da ração (isto é, EM/EB). Neste estudo, a **q_m** média foi 0,62, baseada no ensaio de digestibilidade. Assim, o k_m calculado segundo o

AFRC (1998) foi 0,72, aproximadamente 10% maior que o anterior, resultando em uma menor estimativa da EM_m (108,6 kcal/ kg^{0,75} PCV).

Em publicação mais recente, o grupo de pesquisa da E (Kika) de la Garza Institute for Goat Research da Universidade de Langston propôs separação das exigências para quatro grandes grupos raciais: animais para carne (> 50% Boer), leiteiros, nativos e Angorá. No caso especificamente das exigências de energia metabolizável para manutenção foi preconizado um valor de 116,8 kcal de EM_m /kg^{0,75} de PV para animais das raças de corte e nativa em crescimento (SAHLU et al., 2004), sendo o valor encontrado neste estudo próximo a este.

3.4 Exigência de proteína para manutenção

A exigência de proteína para manutenção é representada pela soma do nitrogênio urinário endógeno, mais o nitrogênio metabólico fecal, mais as perdas de N pelas escamações da pele e queda inevitável de pêlos, multiplicado pelo fator 6,25 (ARC, 1980). Utilizando-se o método do abate comparativo, foi gerada uma equação entre a quantidade de N retido diariamente no ganho (g de N/ kg^{0,75} PCV) e a ingestão diária de N (g de N/ kg^{0,75} PCV), onde a exigência líquida de proteína para manutenção (PL_m ; Figura 4A) foi igual à retenção negativa de N quando a ingestão de N foi extrapolada para zero. Assim, este estudo indicou um valor de 391 ± 59 mg de N/kg^{0,75} PCV de perdas mínimas de N, o qual corresponde ao valor de $2,44 \pm 0,4$ g PL_m /kg^{0,75} PCV ou $2,04 \pm 0,3$ g PL_m /kg^{0,75} PV. Adicionalmente, a exigência dietética de N para manutenção, na qual N retido = 0, foi calculada como 1,05 g de N/ kg^{0,75} PCV, a qual corresponde a 6,57 g de PB/ kg^{0,75} PCV e a eficiência de utilização de proteína ingerida para proteína líquida (inclinação) foi 41%.

Outro método utilizado para a estimativa da PL_m é o balanço de nitrogênio. Dessa forma, utilizando-se os dados obtidos no ensaio de digestibilidade, foi gerada a seguinte equação ($r^2 = 0,68$):

$$BN = - 0,357 \pm 0,20 + 0,609 \pm 0,12 NI \quad [12]$$

Onde BN é o balanço de N em g de N/ kg^{0,75} PCV e NI é o consumo de N em g de N/ kg^{0,75} PCV.

Pela equação [12], a exigência líquida de proteína para manutenção foi estimada em 2,23 g PL_m/kg^{0,75} PCV (quando a NI = 0), cujo valor foi próximo ao estimado pela técnica do abate comparativo. Já a exigência dietética de proteína para manutenção (quando BN = 0) foi estimada em 3,66 g de PB/ kg^{0,75} PCV cujo valor foi inferior ao estimado pela técnica do abate comparativo.

A equação obtida entre a quantidade de N retido diariamente no ganho (g de N/ kg^{0,75} PV) e a ingestão diária de N digestível (g de N/ kg^{0,75} PV), resultou em uma exigência dietética de 3,9 g/ kg^{0,75} PV de proteína digestível (PD) para manutenção (Figura 4B).

A eficiência da utilização de proteína metabolizável (PM_m) para manutenção (k_{mp}) varia grandemente entre os sistemas de alimentação (0,85 para (ARC, 1980); 1,00 para (AFRC, 1998) e 0,67 para (NRC, 2001). O AFRC (1993) concluiu que k_{mp} é alto, em comparação à eficiência para outros tecidos, devido, em partes, à obrigatoriedade da reposição para manutenção, com aminoácidos prontamente disponíveis para absorção e turnover de outros tecidos. Assim, assumindo uma k_{mp} de 0,67 e 1,00, a PM_m seria 3,6 e 2,44 g/ kg^{0,75} PCV, respectivamente, a qual é menor que a recomendação de 3,8 g/ kg^{0,75} PV para bovinos (NRC, 2000).

Baseado em sete estudos, o NRC (1981a) propôs uma exigência de PD para manutenção de 2,82 g de PD/ kg^{0,75} PV, em comparação ao qual o valor encontrado neste estudo foi 27,7% maior. Já as exigências de PL_m encontradas neste trabalho (2,04) foram 7,3% e 12,8% menores que as recomendadas para caprinos pelo AFRC (1998, 2,19 g/ kg^{0,75} PV), baseada em dados com ovinos e bovinos, e pelo INRA (1989), 2,30 g/ kg^{0,75} PV), baseada no balanço de N de bodes. Igualmente, TEIXEIRA (2004) relatou uma exigência de PL_m para cabritos F1 Boer x Saanen de 2,56 g/ kg^{0,75} PV. Os valores mais baixos de PL_m foram encontrados por MEDEIROS (2001) e FERREIRA (2003) para cabritos da raça Saanen (1,31 e 2,16 g/ kg^{0,75} PV). Em contraste, os maiores valores foram encontrados por LUO et al. (2004b; 2004c) para caprinos da raça Angorá e outros (nativos, corte e leiteiros), sendo 3,35 e 3,07 g/ kg^{0,75} PV. A variação nos

valores de PL_m para caprinos pode ser atribuída a fatores como raça, condições experimentais e métodos de determinação. Coletivamente, estes resultados sugerem que uma única recomendação para todas as raças e condições físicas pode não ser adequada e que métodos mecanicistas, que levam em consideração todos estes fatores, sejam necessários para acuradamente estimar as exigências protéicas para condições específicas de animais e alimentos.

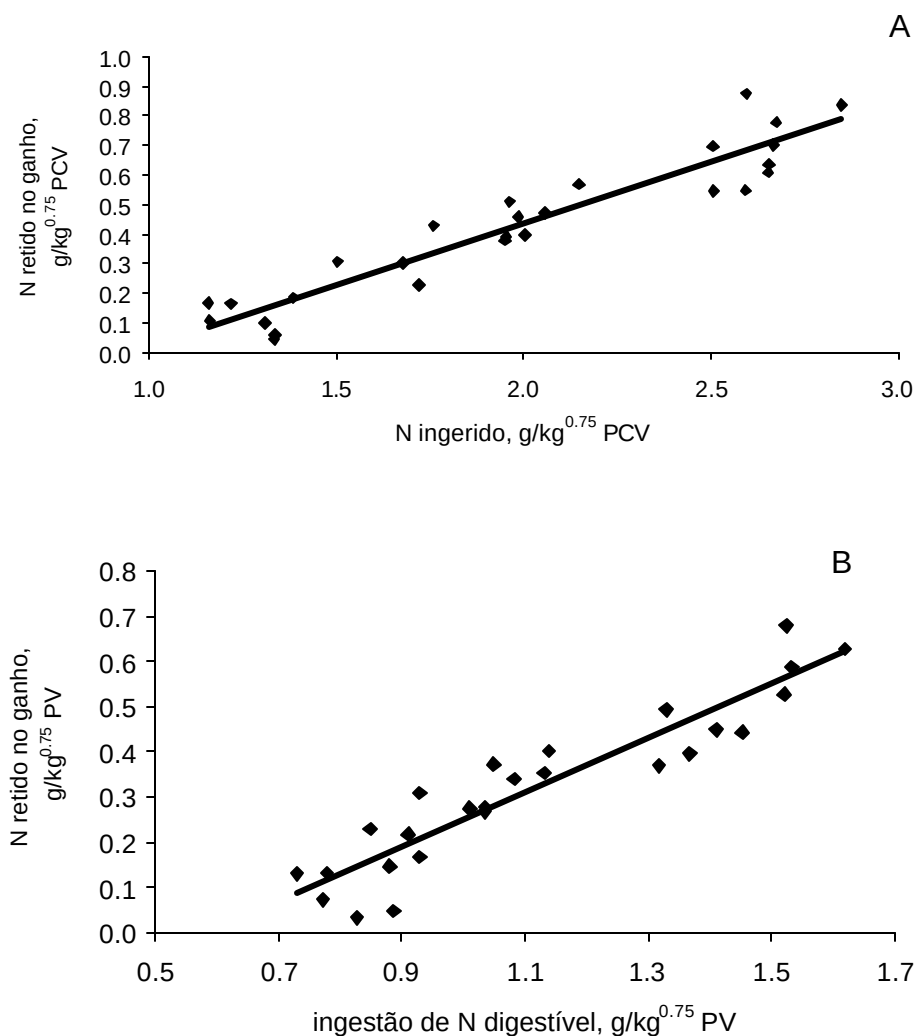


Figura 4. Relação entre o N retido e ingerido diariamente em cabritos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen, não castrados. A- $N \text{ retido, g/kg}^{0.75} \text{ of PCV} = -0,391 \pm 0,06 + 0,41 \pm 0,03 \times N \text{ ingerido, g/kg}^{0.75} \text{ PCV}$, $r^2 = 0,89$ e B- $N \text{ retido, g/kg}^{0.75} \text{ of PV} = 0,360 \pm 0,06 + 0,60 \pm 0,04 \times N \text{ digestível ingerido, g/kg}^{0.75} \text{ PV}$, $r^2 = 0,88$.

3.5 Exigências para ganho

Com base nos dados da composição corporal, foram determinadas as equações de regressão do conteúdo corporal em nutrientes para os cabritos em função do seu PCV, assim como a equação de predição do PCV em função do PV (Tabela 5), onde pode-se verificar um bom ajustamento dos dados demonstrado pelos altos coeficientes de determinação.

Na Tabela 6 encontram-se as concentrações relativas de proteína, gordura e energia dos cabritos com 20, 27,5 e 35 kg, estimadas pelas equações da Tabela 5, onde pode-se verificar um aumento na concentração gordura e energia concomitante com o aumento de peso e um pequeno aumento na concentração de proteína, sugerindo que o aumento de gordura foi o principal fator responsável pelo aumento da concentração de energia do corpo.

O aumento na proporção de gordura e a diminuição da proporção de água e cinzas do corpo com o aumento do PCV também foi relatado em outros estudos com caprinos (MEDEIROS, 2001; FERREIRA, 2003; TEIXEIRA, 2004). Este comportamento está coerente com a curva de crescimento animal onde o tecido adiposo tem crescimento tardio em relação ao crescimento do corpo, aumentando a sua taxa de deposição quando a taxa de deposição de outros tecidos estão na fase descendente (LAWRENCE & FOWLER, 2002).

Ao contrário deste trabalho, alguns estudos verificaram que a proporção de proteína no corpo diminuiu em cabritos da raça Saanen dos 20 ao 35 kg (FERREIRA, 2003) e F1 Boer x Saanen dos 15 aos 25 kg (TEIXEIRA, 2004). Os animais deste estudo apresentaram o mesmo comportamento que os estudos de RESENDE (1989) trabalhando com cabritos mestiços de 5 a 25 kg, SOUZA et al. (1998a) trabalhando com cabritos da raça Alpina dos 18 aos 26 kg e MEDEIROS (2001) trabalhando com cabritos Saanen dos 5 aos 20 kg, os quais também verificaram um aumento da deposição de proteína com aumento do PV, possivelmente devido a estes animais encontrarem-se na fase ascendente da curva de crescimento. Entretanto os animais deste estudo eram

mais pesados apontando para um maior peso á maturidade em relação aos animais das raças mestiças e Saanen.

Essa variação na deposição de tecidos de acordo com a fase de desenvolvimento leva a alteração da composição corporal entre animais da mesma raça e entre raças diferentes, com PV diferentes, o que irá refletir diretamente nos valores de exigências líquidas de ganho.

Tabela 5. Equações de regressão para estimar a composição corporal (proteína, gordura, cinzas e água) e a energia retida em cabritos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen

Variável*	Equações alométricas logaritimizadas	r ²	RMSE [#]
PCV, kg	PCV, kg = $-3,86 \pm 0,96 + 0,93 \pm 0,03 \times \text{PV}$	0,95	1,08
água, g/kg PCV	Log água, g = $2,94 \pm 0,02 + 0,91 \pm 0,01 \times \log \text{PCV, kg}$	0,99	0,01
cinzas, g/kg PCV	Log cinzas, g = $1,62 \pm 0,06 + 0,92 \pm 0,05 \times \log \text{PCV, kg}$	0,94	0,02
Proteína, g/kg PCV	Log proteína, g = $2,16 \pm 0,03 + 1,05 \pm 0,03 \times \log \text{PCV, kg}$	0,98	0,01
gordura, g/kg PCV	Log gordura, g = $1,61 \pm 0,12 + 1,39 \pm 0,09 \times \log \text{PCV, kg}$	0,92	0,05
Energia, kcal/kg PCV	Log energia, kcal = $3,03 \pm 0,07 + 1,25 \pm 0,05 \times \log \text{PCV, kg}$	0,96	0,02

* Raiz quadrada do quadrado médio do erro.

Tabela 6. Composição corporal (proteína, gordura, cinzas e água) e a energia retida em cabritos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen

Variável*	PV, kg		
	20	27	35
PCV, kg	14,7	21,2	28,7
água, g/kg PCV	680,0	657,5	639,6
cinzas, g/kg PCV	34,4	33,4	32,7
proteína, g/kg PCV	170,3	173,2	175,9
gordura, g/kg PCV	115,8	133,5	150,0
energia, kcal/kg PCV	2049	2241	2411

* PCV é o peso de corpo vazio. Valores estimados utilizando-se as equações.

A Tabela 7 apresenta as equações para estimar a composição do ganho em PCV, obtidas a partir da derivada das equações da Tabela 5. Neste estudo, a exigência líquida de energia para ganho (EL_g) variou de 2,5 a 3,0 Mcal/kg ganho PCV e a de proteína (PL_g) variou de 178,8 e 185,2 g/kg ganho PCV, para o intervalo de peso entre 20 a 35 kg PV (Tabela 6). Os valores de EL_g e PL_g têm sido determinados em diversos estudos individuais, utilizando condições e métodos similares ao deste estudo, cujos

resultados estão resumidos na Tabela 7. De uma forma geral, os resultados desta pesquisa foram maiores do que os encontrados por RESENDE (1989), RIBEIRO (1995), MEDEIROS (2001), TEIXEIRA (2004) e AFRC (1998) utilizando raças ou cruzamentos para produção de leite, com exceção aos resultados obtidos por FERREIRA (2003). Por outro lado, o NRC (1981b) recomendou um valor maior para EL_g , independente do PV do animal. Uma comparação direta destes valores (Tabela 8) é complexa devido às diferenças no delineamento experimental, às variações dietárias, à amplitude de PV considerada e aos métodos e técnicas utilizados. Entretanto, pode-se sugerir que cabritos Boer e seus cruzamentos, uma raça de corte, apresentam uma maior deposição de energia e proteína em comparação aos outros estudos, apresentando maiores exigências para ganho, com exceção aos valores encontrados por (FERREIRA, 2003).

Tabela 7. Equações para predição da exigência líquida de energia e proteína para ganho em peso de corpo vazio (GPCV).

	PV, kg			Equações para predição da exigência líquida de ganho ¹
	20	27	35	
PCV, kg	14,7	21,2	28,7	
Energia, Mcal/kg GPCV	2,5	2,8	3,0	$1322,5 \times PCV^{0,244}$
Proteína, g/kg GPCV	178,8	182,3	185,2	$155,6 \times PCV^{0,052}$

¹ concentração do componente = $b \cdot 10^a \cdot X^{(b-1)}$, onde a e b são constantes determinadas pelas equações da Tabela 5.

Tabela 8. Resumo das exigências líquidas para ganho de energia (EL_g) e proteína (PL_g) citadas em vários experimentos individuais e estimadas pelo NRC (1981) e AFRC (1998)

Raça	PV, kg	EL_g , kcal/g de ganho	PL_g , g/g de ganho	Referências
Mestiças x Toggenburg ou Alpine	5 a 25	1,3 a 1,8	147 a 172	RESENDE (1989)
Mestiças x Toggenburg ou Alpine	5 a 15	1,5 a 2,6	145 a 151	RIBEIRO (1995)
Saanen	5 a 20	1,7 a 2,0	181 a 184	MEDEIROS (2001)
Saanen	20 a 35	3,4 a 4,8	227 a 221	FERREIRA (2003)
F1 Saanen x Boer	5 a 25	1,5 a 2,3	135 a 165	TEIXEIRA (2004)
Indigenous/West African dwarf		4,0		NRC (1981)
Saanen/ Toggenburg	20 to 35	1,5 a 3,9	143 a 132	AFRC (1998)

O k_g foi calculado como a inclinação da regressão da ER (kcal/ kg^{0,75} PCV) contra a IEM (kcal/kg^{0,75} PCV) acima da manutenção, como mostra a equação [13] ($r^2 = 0,86$ e RMSE = 9,56), resultando em um valor de k_g de 0,42.

$$ER = -46,4 \pm 7,16 + 0,42 \pm 0,03 \times IEM \quad [13]$$

Onde ER é a energia retida em kcal/kg^{0,75} PCV; e IEM é a ingestão de energia metabolizável em kcal/kg^{0,75} PCV.

As eficiências parciais do uso da energia, ou seja, as eficiências com que a energia metabolizável é utilizada para síntese de proteína (k_{prot}) e gordura (k_{gord}) também representam um importante aspecto do metabolismo energético. Uma forma de se calcular estas eficiências parciais seria por meio do ajuste de uma equação de regressão múltipla da IEM em função da energia retida como proteína (ER_{prot}) e gordura (ER_{gord}), mostrada pela equação [14] ($r^2 = 0,90$ e RMSE = 18,0):

$$IEM = 109,4 \pm 8,1 + 4,74 \pm 0,8 \times ER_{prot} + 0,95 \pm 0,4 \times ER_{gord} \quad [14]$$

Onde IEM é a ingestão de energia metabolizável em kcal/kg^{0,75} PCV, ER_{prot} é a energia retida como proteína em kcal/kg^{0,75} PCV e ER_{gor} é a energia retida como gordura em kcal/kg^{0,75} PCV.

A eficiência de retenção de energia foi maior na forma de gordura, apresentando custo energético de 0,95 kcal EM/ kcal de energia retida, enquanto que para energia retida na forma de proteína o custo energético foi de 4,74 kcal de EM/ kcal de energia retida. O intercepto (109,4 kcal/kg^{0,75} PCV) representa as exigências de energia metabolizável para manutenção, a qual foi 8% inferior ao valor encontrado previamente, pelo método iterativo. As eficiências parciais do uso de energia metabolizável para síntese de proteína e gordura (estimadas a partir do inverso dos coeficientes de regressão da equação) foram estimadas em 21 e 105%, respectivamente.

A mensuração da variação na quantidade de gordura e proteína corporal em função da variação do peso e da alimentação é uma técnica necessária para se estimar

a exigência líquida dos animais, a qual poderá ser usada para prever o desempenho em função do consumo de rações diferindo em metabolizabilidade. Entretanto, a composição corporal não é frequentemente medida devido, principalmente, aos altos custos e trabalho associados com o abate e a determinação da composição química de todo o corpo, da carcaça e dos componentes não-carcaça (SAHLU et al., 2004). Então, alguns autores têm calculado as exigências energéticas, não pelo método fatorial, mas pela regressão da IEM contra ganho de peso (LUO et al., 2004c; LUO et al., 2004d). A Figura 5 mostra graficamente a regressão linear entre a IEM contra o GPCV dos animais deste estudo. Esta regressão (Figura 5A) sugere uma EM_m de 113,59 kcal/kg^{0,75} PCV (quando GPCV = 0) e uma EM_g de 6,3 kcal/g GPCV ou 5,4 kcal/g GPV. Assumindo uma média de 2,78 kcal/g GPCV de EL_g (Tabela 5), k_g seria 0,44, o qual é semelhante ao valor de 0,42 obtido pela regressão entre RE e IEM (equação 13).

O AFRC (1998) calcula o k_g usando a equação $k_g = 0,78 \times q_m + 0,006$. Assumindo um valor médio de q_m de 0,66 para a ração deste estudo, o valor de k_g calculado de acordo com o AFRC (1998) assume o valor de 0,52, o qual é 20% maior que os estimados anteriormente (0,42 e 0,44).

LUO et al. (2004c) observaram um valor de exigência de EM_g de caprinos da raça Angorá (8,82 kcal/g de ganho de PV) maior que os deste estudo, enquanto LUO et al. (2004d) relataram valor similar (6,8 kcal/g de ganho de PV) para caprinos adultos e valor menor para cabritos leiteiros e de corte (5,52 kcal/g de ganho de PV) e nativos (4,73 kcal/g de ganho de PV).

O valor de EM_g estimado neste estudo pelo método do abate comparativo foi similar ao valor estimado utilizando o método de regressão sugerido por LUO et al. (2004c). Entretanto, um constante incremento na ingestão de energia diária resulta em incrementos progressivamente menores na retenção de energia diária, provavelmente devido ao decréscimo na metabolizabilidade da ração decorrente do aumento do nível de ingestão. Assim, a relação entre ER e ingestão de energia deve ser curvilínea (GEAY, 1984), sugerindo que a eficiência de utilização de EM para crescimento e engorda pode diminuir com o aumento do GPV.

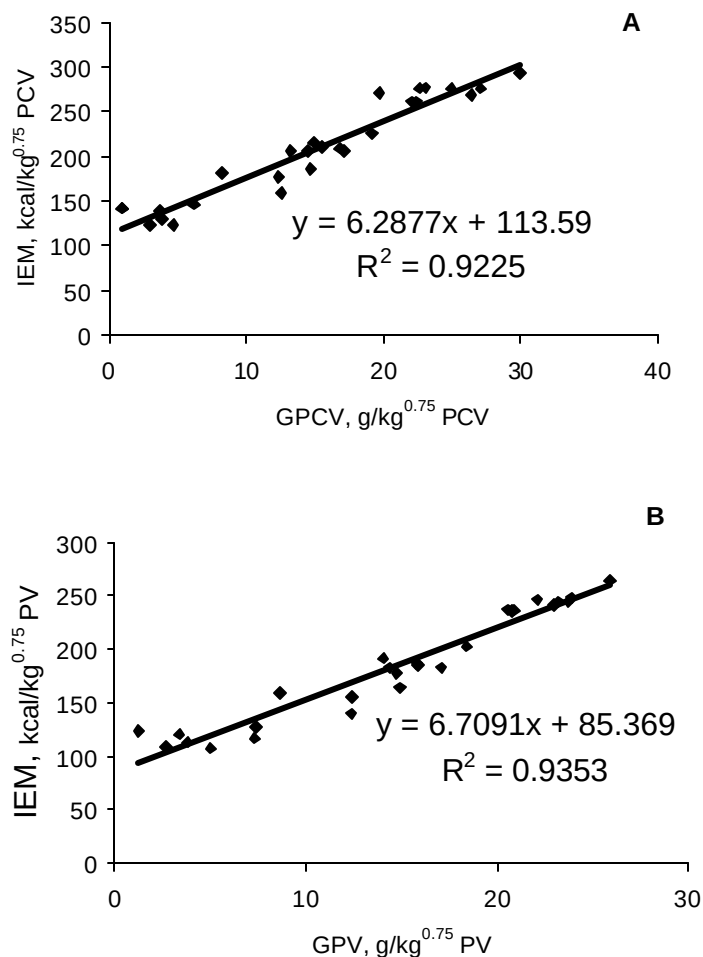


Figura 5. Relação entre ingestão de EM, kcal/kg^{0.75} GPCV, and (A) ganho de peso de corpo vazio (GPCV, g/kg^{0.75} PCV) and (B) ganho de peso vivo (GPV), g/kg^{0.75} PV, de cabritos não castrados $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen, usando as regressões sugeridas por Luo et al. (2004b)

Por fim, agregando-se as informações sobre as exigências para manutenção e ganho estimadas neste estudo, com o intuito de proporcionar uma visualização geral da exigência total de energia e proteína, foi elaborada uma compilação dos resultados obtidos nesta pesquisa, conforme mostrado pelas Tabelas 9 e 10.

Tabela 9. Exigências de energia líquida (EL) e metabolizável (EM) para cabritos não castrados $\frac{3}{4}$ Bôer x $\frac{1}{4}$ Saanen em crescimento (Mcal/dia).

Peso Vivo (kg)	ganho (g/dia)	Energia Líquida			Energia Metabolizável		
		EL _m	EL _g	EL total	EM _m	EM _g	EM total
20	100	0,588	0,219	0,808	0,896	0,522	1,418
	150	0,588	0,329	0,917	0,896	0,783	1,679
	200	0,588	0,439	1,027	0,896	1,044	1,940
	250	0,588	0,548	1,136	0,896	1,305	2,201
	300	0,588	0,658	1,246	0,896	1,566	2,462
25	100	0,723	0,234	0,957	1,101	0,558	1,659
	150	0,723	0,352	1,074	1,101	0,837	1,938
	200	0,723	0,469	1,192	1,101	1,116	2,217
	250	0,723	0,586	1,309	1,101	1,396	2,496
	300	0,723	0,703	1,426	1,101	1,675	2,775
30	100	0,849	0,247	1,096	1,293	0,588	1,881
	150	0,849	0,371	1,220	1,293	0,882	2,175
	200	0,849	0,494	1,343	1,293	1,177	2,470
	250	0,849	0,618	1,467	1,293	1,471	2,764
	300	0,849	0,741	1,590	1,293	1,765	3,058
35	100	0,969	0,258	1,227	1,476	0,614	2,091
	150	0,969	0,387	1,356	1,476	0,921	2,398
	200	0,969	0,516	1,485	1,476	1,228	2,705
	250	0,969	0,645	1,614	1,476	1,536	3,012
	300	0,969	0,774	1,743	1,476	1,843	3,319

Tabela 10. Exigências de proteína líquida (PL) para cabritos não castrados $\frac{3}{4}$ Bôer x $\frac{1}{4}$ Saanen em crescimento (g/dia).

Peso Vivo (kg)	ganho (g/dia)	Proteína Líquida (g/dia)		
		PL _m	PL _g	PL total
20	100	18,4	15,4	33,7
	150	18,4	23,1	41,4
	200	18,4	30,8	49,1
	250	18,4	38,5	56,8
	300	18,4	46,2	64,5
25	100	22,5	15,6	38,2
	150	22,5	23,4	46,0
	200	22,5	31,2	53,8
	250	22,5	39,0	61,6
	300	22,5	46,8	69,4
30	100	26,5	15,8	42,3
	150	26,5	23,7	50,2
	200	26,5	31,6	58,1
	250	26,5	39,5	66,0
	300	26,5	47,4	73,9
35	100	30,2	15,9	46,2
	150	30,2	23,9	54,1
	200	30,2	31,9	62,1
	250	30,2	39,8	70,1
	300	30,2	47,8	78,0

4 Conclusões

A exigência líquida diária de energia para manutenção (EL_m) foi estimada em $78,2 \pm 1,05$ kcal/kg^{0,75} de peso de corpo vazio (PCV), enquanto que a exigência de energia metabolizável (EM) para manutenção (EM_m) foi calculada em 119,1 kcal/kg^{0,75} PCV, gerando uma eficiência parcial (k_m) do uso de EM para EL_m de 0,65. A exigência líquida de proteína diária para manutenção (PL_m) foi estimada em $2,44 \pm 0,4$ g PL_m/ kg^{0,75} PCV e a de proteína dietética em 6,57 g de PB/ kg^{0,75} PCV. A exigência líquida de energia para

ganho (EL_g) variou entre 2,5 a 3,0 Mcal/kg ganho PCV e a de proteína (PL_g) variou entre 178,8 e 185,2 g/kg ganho PCV, para animais pesando entre 20 a 35 kg PV.

5 Referências

AFRC. Agricultural and Food Research Council. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB INTERNATIONAL, 1993. 159 p.

AFRC. Agricultural and Food Research Council. **The nutrition of goats**. Wallingford: CAB INTERNATIONAL, 1998. 118 p.

ARC. Agricultural Research Council. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. London: The Gresham Press, 1980. 351 p.

BLAXTER, K. L. ; CLAPPERTON, J. L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. **British Journal of Nutrition**, London, v. 19, n., p. 511-522. 1965.

DOREAU, M.; MICHALET-DOREAU, B. ; GRIMAUD. Consequences of underfeeding on digestion and absorption in sheep. **Small Ruminant Research**, Newton, v. 49, n. 2, p. 289-301. 2003.

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 Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 58, n. 3, p. 766-778. 1984.

INRA. Institut National de la Recherche Agronomique. **Ruminant nutrition. Recommended allowances and feed tables**. Montrouge: John Libbey Eurotext, 1989. 389 p.

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

LOFGREEN, G. P. ; GARRETT, W. N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 27, n. 3, p. 793-806. 1968.

LUO, J.; GOETSCH, A. L.; NSAHLAI, I. V.; JOHNSON, Z. B.; SAHLU, T.; MOORE, J. E.; FERRELL, C. L.; GALYEAN, M. L. ; OWENS, F. N. Maintenance energy requirements of goats: predictions based on observations of heat and recovered energy. **Small Ruminant Research**, Newton, v. 53, n., p. 221-230. 2004a.

LUO, J.; GOETSCH, A. L.; NSAHLAI, I. V.; SAHLU, T.; FERRELL, C. L.; OWENS, F. N.; GALYEAN, M. L.; MOORE, J. E. ; JOHNSON, Z. B. Metabolizable protein requirements for maintenance and gain of growing goats. **Small Ruminant Research**, Newton, v. 53, n., p. 309-326. 2004b.

LUO, J.; GOETSCH, A. L.; NSAHLAI, I. V.; SAHLU, T.; FERRELL, C. L.; OWENS, F. N.; GALYEAN, M. L.; MOORE, J. E. ; JOHNSON, Z. B. Prediction of metabolizable energy and protein requirements for maintenance, gain and fiber growth of Angora goats. **Small Ruminant Research**, Newton, v. 53, n., p. 339-356. 2004c.

LUO, J.; GOETSCH, A. L.; SAHLU, T.; NSAHLAI, I. V.; JOHNSON, Z. B.; MOORE, J. E.; GALYEAN, M. L.; OWENS, F. N. ; FERRELL, C. L. Prediction of metabolizable energy requirements for maintenance and gain of preweaning, growing and mature goats. **Small Ruminant Research**, Newton, v. 53, n., p. 231-252. 2004d.

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.

NRC. National Research Council. **Nutrient Requirements of goats: Angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries**. Washington: National Academy Press, 1981a. 91 p.

NRC. National Research Council. **Nutritional Energetics of Domestic Animals and Glossary of Energy Terms**. Washington, DC.: Natl. Acad. Press, 1981bp.

NRC. National Research Council. **Effect of Environment on Nutrient Requirements of Domestic Animals**. Washington, DC: National Academy Press, 1981c. 152 p.

NRC. National Research Council. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 6th. Washington, DC: National Academy Press, 1984p.

NRC. National Research Council. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th. Washington, DC: National Academy Press, 1996. 242 p.

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

NRC. National Research Council. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th. Washington, DC: National Academy Press, 2001. 381 p.

RESENDE, K. T. **Métodos de estimativa 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, Viçosa, 1989.

SAHLU, T.; GOETSCH, A. L.; LUO, J.; NSAHLAI, I. V.; MOORE, J. E.; GALYEAN, M. L.; OWENS, F. N.; FERRELL, C. L. ; JOHNSON, Z. B. Nutrient requirements of goats: developed equations, other considerations and future research to improve them. **Small Ruminant Research**, Newton, v. 53, n., p. 191-219. 2004.

SILVA, D. J. ; QUEIROZ, A. C. . **Análises de alimentos. Métodos químicos e biológicos**. 3. Viçosa: Editora UFV, 2005. 235 p.

SOUSA, H. M. H.; QUEIROZ, A. C.; RESENDE, K. T.; COELHO DA SILVA, J. F.; PEREIRA, J. C. ; GOUVEIA, L. J. Exigências Nutricionais de Caprinos da raça Alpina em Crescimento. 2. Composição corporal e do ganho em peso em proteína, extrato etéreo, energia, cálcio e fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 1, p. 193-197. 1998.

TEDESCHI, L. O.; BOIN, C.; FOX, D. G.; LEME, P. R.; ALLEONI, G. F. ; LANNA, D. P. D. Energy requirement for maintenance and growth of Nellore bulls and steers fed high-forage diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 80, n., p. 1671-1682. 2002.

TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G. ; GUIROY, P. J. A decision support system to improve individual cattle management. 1. A mechanistic, dynamic model for animal growth. **Agricultural Systems**, v. 79, n., p. 171-204. 2004.

TEIXEIRA, I. A. M. A. **Métodos de estimativa de composição corporal e exigências nutricionais de cabritos F1 Boer x Saanen**. 2004. 92 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

WILKINSON, J. M. ; STARK, B. A. Produccion comercial de cabras. **Produccion comercial de cabras**. Zaragoza: Acribia, 1987. 165 p.

WILLIAMS, C. B. ; JENKINS, T. G. A dynamic model of metabolizable energy utilization in growing and mature cattle. II. Metabolizable energy utilization for gain. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 81, n. 3, p. 1382-1389. 2003.

CAPÍTULO 3 – EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS EM MACROMINERAIS PARA MANTENÇA E GANHO EM PESO DE CABRITOS COM CONSTITUIÇÃO GENÉTICA $\frac{3}{4}$ BOER $\frac{1}{4}$ SAANEN

RESUMO – O objetivo deste estudo foi estimar as exigências em macrominerais (Ca, P, Mg, Na e K) para manutenção e ganho em peso de 34 cabritos $\frac{3}{4}$ Boer $\frac{1}{4}$ Saanen, não castrados (peso vivo inicial, PV_i, de $20,5 \pm 0,24$ kg). Sete cabritos foram abatidos no início do experimento, com $21,2 \pm 0,36$ kg PV representando os animais referência (AR). Outros seis foram abatidos ao atingirem $28,2 \pm 0,39$ kg PV, representando os animais de abate intermediário (AI). Os 21 restantes foram distribuídos aleatoriamente em sete grupos de três animais, onde os tratamentos foram sorteados entre os animais de cada grupo. Os tratamentos foram definidos por três níveis de consumo de matéria seca (CMS): à vontade e com restrição de 30 ou 60% do CMS do tratamento à vontade. Cada grupo (formado por três animais, um de cada tratamento) foi abatido quando o animal do tratamento à vontade atingiu 35 kg de PV. Todo o corpo do animal foi pesado, moído, homogeneizado e uma sub-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 foi estimada em 32,3 mg de Ca; 30,8 mg de P; 1,31 mg de Mg; 8,41 mg de K e 5,14 mg de Na por kg de peso de corpo vazio (PCV). As exigências líquidas por kg de ganho de PCV, para o intervalo de peso entre 20 a 35 kg PV, variaram de 6,5 a 7,0 g de **Ca**; 5,3 a 5,4 g de **P**; 0,29 a 0,31 g de **Mg**; 0,67 a 0,62 g de **Na** e 1,18 a 1,05 g de **K**.

Palavras-chave: abate comparativo, caprinos, composição corporal, exigência líquida, minerais.

1 Introdução

Toda forma viva requer elementos inorgânicos, ou minerais, para os seus processos vitais. Além disso, todos os tecidos animais e todos os alimentos contêm elementos inorgânicos em quantidades e proporções amplamente variadas. Os minerais contidos em quantias relativamente grandes, ou seja, em concentrações maiores que 100 ppm e freqüentemente expressos como porcentagem, são chamados de macrominerais. Entre eles estão cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), e sódio (Na) (MCDOWELL, 1992).

Em geral, a matéria mineral (ou cinzas) representa 3,5% do peso corporal, sendo que cada tecido, de acordo com sua função, apresenta uma composição mineral característica. Entre 80 a 85% da matéria mineral total do corpo situa-se no tecido ósseo, consistindo principalmente em sais de Ca, P e Mg. Por outro lado, a maioria do Na e K está presente como eletrólito nos fluidos de corpo e tecidos macios (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). O cálcio é o mineral mais abundante do corpo, aproximadamente 98% estão presentes nos ossos e dentes e o restante está distribuído nos fluidos extracelulares e tecidos moles, com uma concentração maior no plasma sanguíneo. Além da formação do esqueleto, o Ca é essencial na coagulação sanguínea, regulação do ritmo cardíaco, excitabilidade neuromuscular, ativação de enzimas e permeabilidade de membranas (MCDOWELL, 1992).

Cerca de 80% do fósforo corporal encontram-se nos ossos e nos dentes e os 20% restantes têm distribuição ampla nos tecidos moles, em especial nos glóbulos vermelhos, tecidos nervosos e músculos. O P atua no crescimento e diferenciação celular, como componente do DNA e RNA, nas reações de utilização e transformação de energia como componente do ATP, ADP e AMP, além de ser requerido pelos microrganismos ruminais (NRC, 1996).

O magnésio está intimamente associado com o Ca e o P nos tecidos e, principalmente no tecido ósseo, sendo 60 a 70% encontrado no esqueleto e o restante, nos tecidos moles. É o quarto cátion mais abundante no organismo animal e exerce funções essenciais ligadas aos sistemas enzimáticos, à oxidação celular e à atividade muscular (MCDOWELL, 1992).

O potássio é o terceiro mineral em ordem de quantidade no tecido animal e tem como principais funções a regulação do balanço osmótico celular e o equilíbrio ácido-base, atuando em vários sistemas enzimáticos e no balanço hídrico do organismo (MCDOWELL, 1992). O sódio é o principal cátion do fluido celular, atuando na manutenção do balanço dos fluidos corporais, na regulação da pressão osmótica e no balanço ácido-básico. Este mineral, de uma forma individual, tem efeito na manutenção da atividade do músculo cardíaco, desde que esteja em equilíbrio com o K, participando de uma forma geral no processo de excitação de nervos e músculos (MCDOWELL, 1992).

As exigências nutricionais de minerais são, geralmente, calculadas pelo método fatorial, o qual estima separadamente as exigências de produção e as perdas inevitáveis do corpo, ou seja, as secreções endógenas, conhecidas como exigências líquidas de manutenção. A soma das frações para manutenção e produção irá constituir a exigência líquida total, que corrigida para um coeficiente de absorção do elemento em estudo, irá resultar na exigência dietética do mineral (FERREIRA, 2003).

As exigências para os principais minerais foram revisadas pelo ARC (1965) para bovinos e ovinos, sendo atualizadas posteriormente pelo ARC (1980) e utilizadas pelo AFRC (1998), o qual inferiu que os dados publicados referentes ao conteúdo mineral nos tecidos do corpo, no sangue e no leite de caprinos são escassos, havendo relativamente poucos trabalhos científicos em vários aspectos da nutrição e metabolismo mineral para o estabelecimento das exigências em caprinos. Em geral, as exigências minerais de caprinos são extrapoladas dos valores encontrados para bovinos e ovinos (NRC, 1981b; AFRC, 1998). De acordo com MESCHY (2000), durante os últimos 10 anos, ocorreu um avanço na nutrição mineral de caprinos permitindo recomendações mais específicas, porém, os mais estudados foram Ca e P.

Muitos fatores afetam exigências minerais, incluindo o tipo e nível de produção, idade, nível e forma química dos elementos, interrelações com outros nutrientes, raça e adaptação animal (MCDOWELL, 1992), acentuando a importância de mais estudos que avaliem as exigências de minerais de caprinos.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi estimar a composição corporal de cabritos com constituição genética $\frac{3}{4}$ Boer e $\frac{1}{4}$ Saanen utilizando a técnica do abate comparativo, bem como estimar suas exigências nutricionais em cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio.

2 Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV/UNESP, Jaboticabal - São Paulo, Brasil, localizada a 21°14'05"S e 48°17'09"W, altitude de 615 m. Os valores de temperatura e umidade relativa do ar durante o período experimental estão apresentados na Tabela 1.

Foram utilizados 34 cabritos com constituição genética $\frac{3}{4}$ Boer e $\frac{1}{4}$ Saanen, não castrados e descornados. Após a desmama, que ocorreu aproximadamente aos 60 dias de idades, todos os cabritos foram alimentados com a ração experimental até o início do experimento, quando os animais atingiram $20,5 \pm 0,24$ kg de peso vivo (PV). Sete cabritos foram abatidos no início do experimento, com $21,2 \pm 0,36$ kg PV representando os animais referência. Outros seis foram abatidos ao atingirem $28,2 \pm 0,39$ kg PV, representando os animais de abate intermediário. Os 21 restantes foram distribuídos aleatoriamente em sete grupos de três animais, onde os tratamentos foram sorteados entre os animais de cada grupo.

Tabela 1. Valores de temperatura máxima e mínima ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (%) do período experimental.

Temperatura			Umidade		
Max	Min	Média	Max	Min	Média
29,5	20,9	25,2	92,6	51,7	72,2

Os tratamentos foram definidos por três níveis de consumo de matéria seca (CMS): à vontade e restrição de 30 ou 60% do CMS do tratamento à vontade. O grupo foi abatido quando o animal do grupo que estava recebendo o tratamento à vontade (AV) atingiu 35 kg (Figura 1). Os níveis de restrição de 60 e 30% de ingestão foram determinados diariamente, de acordo com o CMS do dia anterior do animal com alimentação à vontade, dentro do grupo. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas medindo 0,5 x 1,0 m, providas de comedouro e bebedouro.

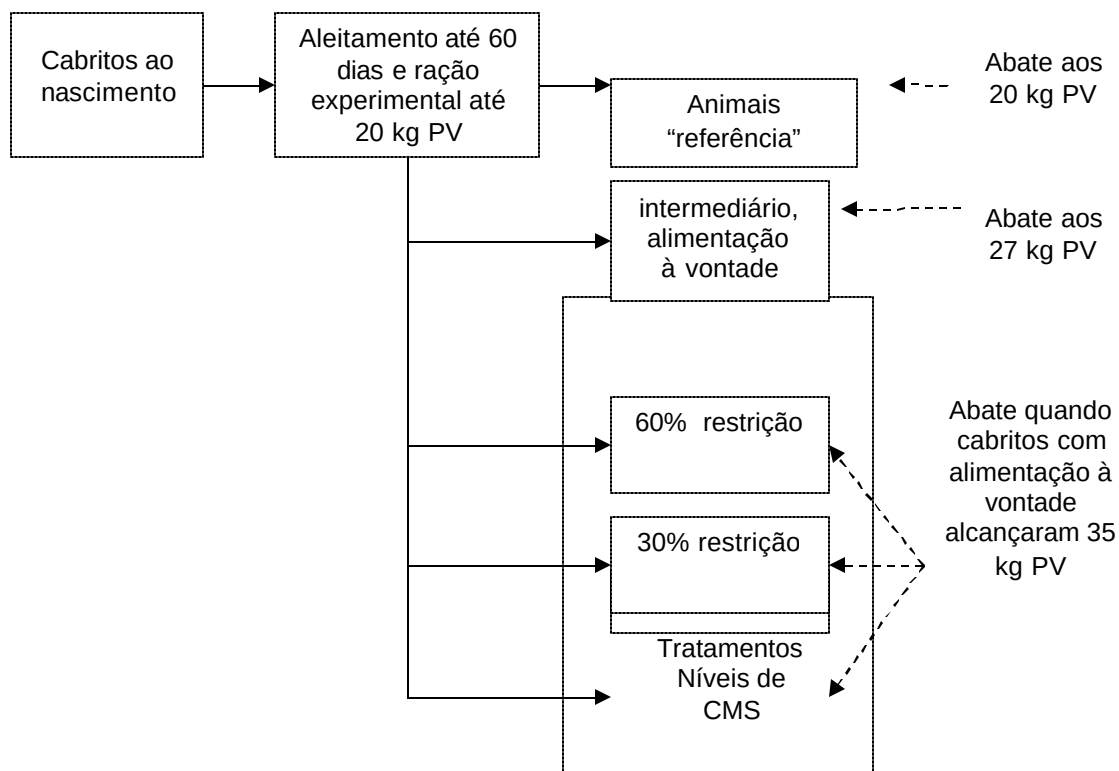


Figura 1. Organograma dos grupos de abate e tratamentos.

A dieta experimental foi única para todos os tratamentos e mantinha a mesma relação entre os nutrientes, variando apenas a quantidade ofertada aos animais e foi constituída de feno da planta de milho (planta inteira de milho sem raiz, cortada no ponto para ensilar e seca ao sol), milho moído, farelo de soja, melaço, óleo, calcário, núcleo mineral e cloreto de cálcio (Tabela 2). A dieta foi fornecida uma vez ao dia, às 8 horas, sendo que antes do fornecimento as sobras eram retiradas, pesadas e amostradas. O CMS foi determinado pelo controle diário do alimento fornecido e recusado.

Tabela 2. Ingredientes e composição química da ração (base na MS)

Item	%
Ingredientes	
Feno da planta de milho	46,3
Milho moído	25,3
Farelo de soja	19,0
Melaço	4,5
Óleo de soja	0,9
Suplemento mineral ¹	2,1
Calcáreo	0,9
Cloreto de cálcio	1,0
Composição da ração²	
MS	92,9
MM	7,9
PB	14,5
EE	3,7
FDN	39,6
FDA	15,5
Ca	0,95
P	0,52
Mg	0,19
K	0,68
Na	0,22

¹Composição do suplemento mineral em kg: 190 g Ca; 92 g Cl; 73 g P; 62 g Na; 44 g Mg; 30g Sn; 1350 mg Zn; 1064 mg Fe; 940 mg Mn; 730 mg F (máximo); 340 mg Cu; 18 mg Se; 16 mg I; 3 mg Co.

²MS = matéria seca, MM = matéria mineral, PB =proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido.

2.1 Ensaio de Metabolismo

Paralelamente foi desenvolvido um ensaio de metabolismo com 15 animais, separados em cinco grupos com três níveis de CMS (à vontade e restrição de 30 ou 60% do CMS), para se determinar a absorção dos minerais, utilizando um delineamento

inteiramente ao acaso. Os animais ficaram em gaiolas de metabolismo, a qual permitia a separação de fezes e urina. As amostras do alimento oferecido e recusado, das fezes e da urina foram coletadas diariamente, durante cinco dias, após um período de adaptação de cinco dias. A quantidade total diária de fezes excretadas foi pesada em balança eletrônica com precisão de 0,1 g e a de urina mensurada em provetas com precisão de 10 ml, coletando-se uma amostragem de 10% que era congelada a - 20° C. A urina foi coletada em baldes contendo 20 mL de HCl 6N, acidificando-a a fim de prevenir a volatilização da amônia.

2.2 Procedimento de abate

O controle do desenvolvimento ponderal dos animais foi realizado semanalmente com a pesagem, dos mesmos. Para se determinar o peso ao abate ou peso após jejum (PJ), os animais foram submetidos a jejum de sólidos e líquidos de 16 horas, seguida de insensibilização com choque elétrico e mortos com corte na carótida e jugular. O sangue foi colhido e pesado, o trato gastrointestinal foi retirado, pesado antes e após a retirada de seu conteúdo para determinação do peso de corpo vazio (PCV). Todo o corpo do animal (sangue, vísceras, cabeça, patas, couro e carcaça) foi inicialmente congelado, depois cortado em serra de fita, triturado, homogeneizado e retiradas amostras de 500 g aproximadamente, as quais foram novamente congeladas e liofilizadas para determinação da matéria seca.

2.3 Análises Laboratoriais

As amostras obtidas dos ingredientes da dieta experimental, do alimento oferecido e recusado e das fezes foram secas a 60° C por 72 h e moídas em peneira de malha de 1 mm usando um moinho do tipo Wiley. Após este procedimento, as amostras foram analisadas para se conhecer os teores de: extrato etéreo, proteína bruta (nitrogênio total pelo método de combustão de Dumas utilizando um analisador tipo LECO FP-528LC, matéria mineral, energia bruta (em bomba calorimétrica tipo Parr),

fibra em detergente neutro (FDN, com α -amilase e sem sulfito) e fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com o protocolo sugerido por SILVA & QUEIROZ (2005).

Para a análise de minerais no alimento, fezes, urina e corpo, o preparo da solução mineral foi realizado pela técnica chamada “via seca”, descrita por SILVA & QUEIROZ (2005). O cálcio e o magnésio foram determinados adicionando-se cloreto de estrôncio e as leituras tomadas em espectrofotômetro de absorção atômica. Para as diluições de sódio e potássio foi utilizado o nitrato de lítio e as leituras foram feitas em espectrofotômetro de absorção atômica. O fósforo foi determinado por redução do complexo fósforo-molibdato e as leituras efetuadas em espectrofotômetro colorimétrico de acordo com protocolo sugerido por SILVA & QUEIROZ (2005).

2.4 Exigência para manutenção

Para a determinação da retenção dos minerais, a composição corporal em minerais inicial (aos 20 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).

A exigência líquida de minerais para manutenção foi estimada utilizando dois métodos: 1- pelo método do abate comparativo, obtida a partir do intercepto da equação de regressão da quantidade de mineral retido no corpo em função do mineral ingerido (ARC, 1980) e 2- pelo método das perdas endógenas, por meio da equação de regressão linear simples entre o mineral ingerido e o mineral excretado. Os valores de perdas endógenas foram obtidos extrapolando-se para o nível zero de ingestão do mineral em questão.

2.5 Exigências para ganho.

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 3) segundo método descrito pelo ARC (1980).

$$\text{Log}_{10} (\text{peso do componente, kg}) = a + b \times \text{log}_{10} (\text{PCV, kg}) \quad [3]$$

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 4).

$$\text{Conc. Componente} = b \times 10^a \times \text{PCV}^{(b-1)} \quad [4]$$

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 4).

2.6 Análise estatística.

Para o estudo da composição corporal o experimento foi montado em um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e sete repetições, sendo realizada análise de regressão da quantidade do componente presente no corpo vazio em função do PCV pelo PROC REG (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Para o ensaio de metabolismo foi adotado um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e cinco repetições, as médias foram testadas pelo teste “Least square means” pelo PROC GLM (SAS Inst. Inc., Cary, NC).

3 Resultados e Discussão

Na Tabela 3 estão apresentados os valores médios para peso vivo (PV), peso em jejum (PJ), peso do corpo vazio (PCV), ganho de peso e composição corporal em água e macrominerais no corpo vazio dos grupos de animais utilizados neste experimento. De uma maneira geral e conforme o esperado, o CMS e o ganho de peso foram maiores para os animais com consumo à vontade.

Tabela 3. Composição corporal final e desempenho de cabritos, não castrados, com constituição genética $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen do abate “referência” (AR), intermediário (AI) e dos 3 níveis de ingestão (à vontade, AV, e com restrição de 30 e 60% do consumo à vontade)

Variable ²	AR	AI	Níveis de restrição ¹			EPM	P	C.V. ³
			60%	30%	0% (AV)			
N	7	6	7	7	7	---	---	
PE, d	---	39	70	70	70	--	--	
PV, kg	21,2	28,2	22,6 ^c	29,9 ^d	35,6 ^a	0,36	<0,0001	3,2
PJ, kg	19,1	26,2	21,1 ^c	28,2 ^d	34,0 ^a	0,38	<0,0001	3,9
PCV, kg	15,9	22,8	17,2 ^c	23,9 ^d	29,7 ^a	0,45	<0,0001	5,5
Gordura, % PCV	11,6	14,5	12,5 ^d	14,2 ^a	15,0 ^a	0,66	0,004	12,9
Proteína, % PCV	17,0	17,6	18,2 ^a	17,8 ^{ab}	17,5 ^d	0,20	0,007	3,0
Água, % PCV	67,9	64,7	65,8 ^a	65,8 ^a	65,8 ^a	6		0
MM, % PCV			3	3	3	3		0
Ca, % PCV	0,59	0,58	0,65	0,63	0,64	0,02	0,10	8,5
P, % PCV	0,52	0,52	0,56	0,49	0,54	0,02	0,40	11,8
Mg, % PCV	0,027	0,026	0,031 ^a	0,027 ^d	0,028 ^d	0,0007	0,02	6,4
K, % PCV	0,14	0,15	0,14	0,14	0,12	0,007	0,32	13,4
Na, % PCV	0,05	0,070	0,073	0,071	0,070	0,002	0,34	8,2
MM, g/kg ^{u, /b} PCV	70,4	73,1	74,2	78,6	79,1	1,85	0,07	6,5
Ca, g/kg ^{u, /b} PCV	11,8	12,8	13,2 ^d	13,8 ^{ab}	14,9 ^a	0,43	0,01	8,6
P, g/kg ^{u, /b} PCV	10,5	11,4	11,4 ^{ab}	10,9 ^d	12,6 ^a	0,53	0,03	12,3
Mg, g/kg ^{u, /b} PCV	0,55	0,58	0,63 ^{ab}	0,60 ^d	0,67 ^a	0,02	0,002	6,7
K, g/kg ^{u, /b} PCV	2,8	3,2	2,8	3,0	2,9	0,15	0,27	13,1
Na, g/kg ^{u, /b} PCV	1,50	1,50	1,49 ^d	1,58 ^{ab}	1,63 ^a	0,04	0,03	7,7
GPV, g/d	---	208,6	41,0 ^c	151,8 ^d	231,3 ^a	14,9	<0,0001	25,3
GPCV, g/d	---	205,3	27,0 ^c	133,6 ^d	211,3 ^a	15,9	<0,0001	29,6
CMS, g/d	---	921,8	442,5 ^c	762,7 ^d	1068,5 ^a	50,2	<0,05	16,7
MS, g/kg ^{u, /b} PCV/d	-	00,3	4,8 ^c	2,8 ^d	04,8 ^a	,13	0,02	15,9

¹ Animais de cada grupo foram abatidos quando o animal com alimentação à vontade atingiu 35 kg.

² PE = período experimental, PJ = peso após jejum, PCV = peso de corpo vazio, GPCV = ganho de peso de corpo vazio.

³ Coeficiente de variação

a, b, c médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si ($P < 0,05$).

Analisando-se a composição corporal dos animais dentro dos diferentes níveis de restrição, observa-se que os teores de água e matéria mineral diminuíram com o

aumento do nível de ingestão. Essa diminuição no teor de matéria mineral, em termos percentuais, foi apenas refletida no teor de Mg, o qual também diminuiu com o aumento do nível de ingestão, enquanto que os teores de Ca, P, K e Na não diferiram entre os tratamentos.

Apesar do nível de ingestão não ter afetado significativamente a composição corporal em minerais, este deve ser considerado com cautela. O aumento do nível de ingestão acarretou em aumento do peso corporal, o qual tem sido apontado como o principal fator discriminante (FERREIRA, 2003; TEIXEIRA, 2004). Assim, com o intuito de verificar o efeito do nível de ingestão sobre a composição corporal, tentando isolar o efeito do peso corporal, foi feita uma análise da composição corporal de minerais em termos de peso metabólico (Tabela 3).

Observou-se, então, maiores teores de Ca, P, Mg e Na na composição corporal dos animais com alimentação à vontade em relação aos animais sob restrição alimentar. Este comportamento provavelmente foi reflexo do maior ganho de peso, o que acarretou em maior desenvolvimento corporal dos animais com alimentação à vontade.

Em geral, a composição corporal média de cálcio, fósforo e magnésio dos animais deste trabalho foram menores às relatadas por outros estudos com caprinos (RESENDE, 1989; FERREIRA, 2003; TEIXEIRA, 2004). Como o cálcio, fósforo e magnésio estão predominantemente presentes no tecido ósseo, a causa para este fato pode ter sido decorrente de uma menor proporção de ossos dos animais deste estudo, os quais apresentam maior grau de sangue de raça especializada em produção de carne, em relação ao demais, cujas raças utilizadas foram mestiças, Saanen e F1 Saanen x Boer. De acordo com McDOWELL (1992), importantes diferenças no metabolismo de minerais podem ser atribuídas à raça e, principalmente, à variação individual de cada animal.

3.1 Ensaio de Metabolismo

Os valores médios de ingestão, excreções fecal e urinária, balanço e absorção aparente dos minerais Ca, P, Mg, K e Na, quando os animais foram submetidos a três níveis de ingestão (à vontade, AV, e restrição de 30% ou 60% do consumo à vontade), encontram-se nas Tabelas 4 e 5.

A excreção fecal de Ca foi responsável por aproximadamente 100% da excreção total de Ca. O que está de acordo com McDOWELL (1992), que relatou que a principal via de excreção de cálcio é pelas fezes, sendo constituída pelo Ca não absorvido proveniente da dieta e do Ca endógeno, proveniente das secreções da mucosa intestinal. A excreção urinária por sua vez é mínima, devido à alta eficiência renal na reabsorção de Ca (MCDOWELL, 1992). Esta expressiva proporção da excreção fecal de Ca em relação ao total excretado também foi observada por SOUZA et al. (1998b) e DORIGAN (2000), ambos os trabalhos utilizando rações com diferentes teores de Ca.

Em relação aos níveis de ingestão, não foi encontrada diferença significativa para a excreção fecal de Ca, o que pode ter sido decorrente da alta variação individual. Além disso, a ração consumida pelos animais foi a mesma, contendo a mesma relação Ca:P de 1,83:1. Por outro lado, SOUZA et al. (1998) observaram um aumento linear da excreção de Ca em função dos níveis crescentes de Ca ingeridos, em rações com relação Ca:P variando de 0,16:1 a 1:1. Nota-se, entretanto, que o coeficiente de absorção aparente do Ca foi maior para os animais com maiores níveis de ingestão. Considerando-se que o organismo absorve Ca de acordo com a necessidade (ARC, 1980), quando a ingestão de Ca aumentou devido ao aumento do CMS, houve também um aumento no GPV destes animais, tornando suas necessidade maiores e fazendo com que a excreção fecal fosse proporcionalmente menor.

A ração oferecida foi igual para todos os animais, contendo um teor de 0,52% de P (Tabela 2), variando apenas o nível de ingestão. Dessa forma, o aumento da ingestão de P incorreu em um aumento da excreção fecal de P, mas não foi

significativo para a excreção urinária. Todavia, nota-se que a excreção fecal de P foi semelhante para os tratamentos com 30 % de restrição e à vontade, o que levou a um coeficiente de absorção aparente menor para o tratamento com 30 % de restrição em relação aos com 60 % de restrição e à vontade. Isto pode ter sido decorrente de diferenças na excreção endógena de P fecal. A excreção metabólica fecal é influenciada por vários fatores, entre eles a quantidade de P ingerida (CARVALHO et al., 2003), natureza da dieta, individualidade e competição entre necessidade para manutenção e produção (AFRC, 1991). Essa variação na excreção de P endógeno fecal, oriundo principalmente das glândulas salivares, é uma rota importante do controle homeostático para o P (ANNEKOV, 1982), sendo este excretado de acordo com o suprimento das necessidades do animal.

Tabela 4. Valores de peso vivo (PV), absorção aparente (Ab) e balanço de cálcio e fósforo, em cabritos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen, no ensaio de metabolismo, em 3 níveis de ingestão (à vontade, AV, e com restrição de 30% ou 60% do consumo à vontade)

Variável	Nível de restrição			SEM	P	C. V. ¹
	60%	30%	0 % (AV)			
N	5	5	5	---	---	
PV, kg	19,6 ^c	24,4 ^b	28,1 ^a	0,30	<0,001	3,4
CMS, g/d	432,1 ^c	755,9 ^b	1002,6 ^a	80,9	0,001	13,2
DigA MS, %	75,0	72,1	71,0	2,3	0,50	6,4
Ab Ca, %	54,5 ^b	52,3 ^b	69,4 ^a	3,7	0,01	14,2
Ab P, %	72,1 ^a	55,2 ^b	64,8 ^a	3,9	0,03	13,7
Ca, mg/ kg de PV						
Ingestão	237,4 ^b	316,4 ^a	377,3 ^a	39,3	0,02	28,4
Fecal	107,8	151,7	121,8	21,6	0,37	37,9
Urinário	0,07	0,0	0,0	0,04	0,39	-
Balanço	129,5 ^b	164,7 ^a	255,5 ^a	22,8	0,01	27,8
P, mg/ kg de PV						
Ingestão	128,3 ^b	170,9 ^a	208,7 ^a	19,6	0,04	26,4
Fecal	35,2 ^b	76,4 ^a	78,0 ^a	12,9	0,05	45,6
Urinário	0,47	0,55	0,70	0,16	0,62	63,5
Balanço	92,6 ^b	94,0 ^b	129,9 ^a	10,5	0,04	22,3

¹ Coeficiente de variação.

a, b, c médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si.

Com relação aos minerais Mg, K e Na, há muito pouca informação na literatura sobre seu metabolismo, sendo praticamente escassa em relação a caprinos. A variação

individual encontrada neste estudo foi alta, fazendo com que mesmo diferenças expressivas numericamente não apresentassem significância estatística.

O aumento da ingestão de Mg levou a um aumento na excreção urinária, mas não apresentou efeito significativo sobre a excreção fecal e a absorção aparente. Segundo o NRC (1981b), caprinos tem uma habilidade marginal em compensar a baixa ingestão de Mg através da redução da taxa de sua excreção. O Mg é excretado na urina, nas fezes e no leite, sendo que a urina é uma via importante de excreção de Mg após sua absorção (MCDOWELL, 1992). O coeficiente médio de absorção aparente de Mg encontrado neste estudo (65,4%) foi bastante superior ao sugerido pelo AFRC (1998) baseado nas recomendações adotadas para bovinos e ovinos, cujo valor é de 17%. Entretanto, este foi inferior ao valor de 73,9% de absorção aparente, relatado por ALCALDE (1993) para caprinos consumindo ração com 0,2% Mg na MS (valor próximo da ração deste estudo). Esta discrepância indica a necessidade de mais estudos com caprinos.

O aumento da ingestão de K e Na afetaram diretamente a excreção urinária e fecal e, conseqüentemente, a diminuição do coeficiente de absorção aparente destes minerais (Tabela 5). Além da urina e das fezes, K e Na podem ser excretados pela pele, através do suor, principalmente em regiões de clima quente e úmido. Segundo o AFRC (1998), o metabolismo do Na, K e Cl estão intimamente interrelacionados, sendo que grandes quantidades de ingestão de K também afetam o metabolismo e absorção de Mg.

Devido grande volume de saliva (rica em K) ser continuamente secretada por ruminantes, uma quantidade significativa de K no rúmen é proveniente da reciclagem via saliva, assim, a absorção verdadeira do K é relativamente alta, aproximadamente 95%. Neste estudo, a absorção aparente do K foi alta, variando de 76,5 a 88,8%, mas foi ligeiramente inferior a sugerida pelo AFRC(1998) de 90%.

Observa-se que os animais apresentaram balanço positivo de todos os minerais estudados, mesmo aqueles em restrição alimentar, sugerindo que os níveis dos minerais disponíveis foram suficientes para atender às exigências de manutenção dos animais.

Tabela 5. Valores de peso vivo (PV), absorção aparente (Ab) e balanço de magnésio, potássio e sódio em cabritos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen, no ensaio de metabolismo, em 3 níveis de ingestão (à vontade, AV, e com restrição de 30% ou 60% do consumo à vontade)

Variável	Nível de ingestão			SEM	P	C.V.
	60%	30%	AL			
N	5	5	5	---	---	
PV, kg	19,6 ^c	24,4 ^b	28,1 ^a	0,30	<0,001	3,4
Ab Mg, %	66,9	61,1	68,2	4,3	0,58	19,3
Ab K, %	88,8 ^a	84,8 ^b	76,5 ^c	1,5	0,002	4,1
Ab Na, %	84,9 ^a	83,3 ^a	74,6 ^b	2,8	0,02	7,8
Mg, mg/ kg de PV						
Ingestão	46,5 ^b	59,4 ^a	73,0 ^a	8,2	0,04	29,7
Fecal	14,9	22,7	24,4	4,5	0,33	53,3
Urinário	0,28 ^b	0,34 ^b	1,32 ^a	0,29	0,04	95,8
Balanço	31,2 ^b	36,2 ^{ab}	47,3 ^a	4,8	0,04	30,4
K, mg/ kg de PV						
Ingestão	169,1 ^b	225,3 ^{ab}	272,3 ^a	29,6	0,03	30,0
Fecal	19,1 ^b	33,6 ^b	65,2 ^a	7,7	0,01	43,7
Urinário	3,0 ^b	3,5 ^b	10,5 ^a	2,4	0,04	93,8
Balanço	147,0	188,1	196,6	21,4	0,25	27,0
Na, mg/ kg de PV						
Ingestão	56,0 ^b	74,6 ^{ab}	94,2 ^a	8,6	0,01	25,8
Fecal	8,4 ^b	12,3 ^b	24,2 ^a	3,0	0,01	45,6
Urinário	1,2	1,0	1,8	0,4	0,29	59,5
Balanço	46,4 ^b	61,3 ^a	68,2 ^a	6,5	0,03	25,0

^{a, b, c} médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si

3.2 Exigências de manutenção

A exigência líquida de manutenção para ruminantes pode ser estimada por vários métodos, entre eles, as perdas endógenas (em ensaios de alimentação), abate comparativo e radioisótopos. Os resultados têm destacado o método de radioisótopos como o mais preciso, porém este método necessita de laboratórios e equipamentos adequados, além do custo elevado (QUEIROZ et al., 2000a). Assim, neste estudo, as exigências líquidas foram determinadas pelo método do abate comparativo (Tabela 6) e pelo método das perdas endógenas utilizando os dados dos animais do ensaio de metabolismo (Tabela 7).

Para a obtenção das exigências líquidas por kg de PV, foi utilizado um fator de correção de 0,85, encontrado a partir do valor médio da relação PCV/PJ dos animais utilizados neste ensaio.

A exigência líquida de manutenção para o Ca, estimada pelo abate comparativo, foi 32,3 mg de Ca/kg PCV ou 27,4 mg de Ca/kg PV (Tabela 6). O valor estimado pelas perdas endógenas foi 16,1 mg de Ca/kg PV (Tabela 7).

Utilizando radioisótopos, DORIGAN (2000) estimou a exigência líquida de cálcio para manutenção em 11,7 mg/kg PV/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 PV/dia para caprinos da raça Alpina com PV médio de 20 kg. O NRC (1996) de bovinos sugeriu 15,4 mg Ca/kg PV/dia para perdas endógenas totais. O valor encontrado neste trabalho pelo método do abate comparativo foi quase 50% superior enquanto que o estimado pelas perdas endógenas foi próximo a estes.

Com relação ao P, a exigência líquida de manutenção estimada pelo abate comparativo foi 30,8 mg de P/kg PCV (ou 26,2 mg de P/kg PV) e, estimada pelas perdas endógenas, 31,6 mg de P/kg PV. Estes valores foram superiores aos relatados em outros trabalhos. Alguns estudos com radioisótopos estimaram as exigências líquidas de fósforo para manutenção em 5,6 mg P/kg PV/dia (BUENO, 1997) e em 6,8 mg/kg PV/dia (CARVALHO et al., 2003). QUEIROZ et al. (2000a), utilizando o método das perdas endógenas, estimou um valor de 13,7 mg/kg PV/dia para caprinos da raça Alpina com PV médio de 20 kg. O NRC (1996) de bovinos sugeriu 16 mg P/kg PV/dia para perdas endógenas totais. Estas diferenças podem ter sido decorrentes do maior consumo de P deste experimento em relação aos demais, em média 128% superior. A excreção metabólica fecal é influenciada por vários fatores, entre eles a quantidade ingerida de fósforo. CARVALHO et al. (2003) observaram que a excreção de P endógeno fecal aumentou de 11,2 a 34,11 g/kg PV/dia quando a ingestão de P aumentou de 20,8 a 132,3 g/kg PV/dia.

Tabela 6. Equações de regressão para estimar as exigências líquidas de manutenção dos minerais pelo método do abate comparativo.

Mineral	Equações	r^2	Exig. líquida mg/kg PCV/d
Cálcio	$\text{Ca retido} = -0,0323 \pm 0,011 + 0,207 \pm 0,03 \times \text{Ca ingerido}$	0,71	32,30
Fósforo	$\text{P retido} = -0,0308 \pm 0,012 + 0,324 \pm 0,06 \times \text{P ingerido}$	0,59	30,80
Magnésio	$\text{Mg retido} = -0,00131 \pm 0,0005 + 0,04556 \pm 0,007 \times \text{Mg ingerido}$	0,68	1,31
Potássio	$\text{K retido} = -0,00841 \pm 0,003 + 0,0600 \pm 0,012 \times \text{K ingerido}$	0,55	8,41
Sódio	$\text{Na retido} = -0,00514 \pm 0,001 + 0,1045 \pm 0,012 \times \text{Na ingerido}$	0,78	5,14

* valores de retido e ingerido em g/kg PCV

O NRC (1981b) preconiza o valor de 2 g/dia de Ca e 1,4 g/dia de P para animais de 30 kg de PV, para caprinos em manutenção e em condições de estabulação total e mínima atividade física. A exigência dietética de Ca e P (quando mineral retido = 0) para manutenção neste trabalho foi estimada em 156 e 95 mg/kg PCV, respectivamente, sendo necessária a ingestão de 4 g/dia de Ca e 2,4 g/dia de P para manutenção, indicando uma subestimativa destas exigências pelo NRC (1981). Ressalta-se que as exigências dietéticas devem ser vistas com cautela, uma vez que estas são específicas para as condições alimentares a que foram determinadas.

Tabela 7. Equações de regressão para estimar as exigências líquidas dos minerais pelo método das perdas endógenas.

Mineral	Equações	r^2	Exig. líquida mg/kg PV/d
Cálcio	$\text{Ca exc} = 16,12 \pm 29,1 + 0,36 \pm 0,08 \times \text{Ca ingerido}$	0,55	16,1
Fósforo	$\text{P exc} = -31,6 \pm 14,3 + 0,56 \pm 0,08 \times \text{P ingerido}$	0,79	31,6
Magnésio	$\text{Mg exc} = -7,77 \pm 7,08 + 0,51 \pm 0,11 \times \text{Mg ingerido}$	0,62	7,8
Potássio	$\text{K exc} = -39,63 \pm 0,38 + 0,38 \pm 0,04 \times \text{K ingerido}$	0,84	39,7
Sódio	$\text{Na exc} = -10,4 \pm 4,4 + 0,35 \pm 0,06 \times \text{Na ingerido}$	0,75	10,4

* exc = excretado. valores de excretado e ingerido em g/kg PV

A exigência líquida de manutenção para os demais minerais, estimada pelo abate comparativo, foi 1,31 mg de Mg; 8,41 mg de K e 5,14 mg de Na por kg PCV (Tabela 6). Os valores estimados pelas perdas endógenas foram maiores em relação aos

estimados pelo abate comparativo, sendo 7,8 mg de Mg; 39,7 mg de K e 10,4 mg de Na por kg PV (Tabela 7).

As perdas endógenas são constituídas pela soma das frações endógenas fecais e urinárias. É conveniente considerar este aspecto sob um ponto de vista relativo, principalmente em se tratando de minerais, pois as perdas endógenas correspondem a uma fração única que pode representar a exigência líquida de manutenção, mas também podem conter um componente de excreção que permite o organismo eliminar o mineral absorvido em excesso (MESCHY, 2000), explicando os maiores valores estimados.

A literatura sobre dados de exigência de manutenção de Mg, K e Na é muito escassa e praticamente nula para caprinos. MESCHY (2000), revisando sobre exigências de minerais para caprinos, recomendou os valores de 3,5 mg Mg/ kg PV, 50 mg K/kg PV e 15 mg de Na/kg PV obtidos em estudos para ovinos. Os valores encontrados neste trabalho foram divergentes a estes e, de um modo geral, apresentaram valores menores.

O AFRC (1998) por sua vez, adotou valores do ARC (1965) e ARC (1980), provenientes de estudos com bovinos e ovinos, recomendando os valores de perda endógena de 3,5 mg de Mg, 20 mg de K e 8 mg de Na por kg PV, os quais superestimaria as exigências dos animais deste estudo, demonstrando a necessidade de mais estudo sobre o metabolismo destes minerais para caprinos.

Por fim, é importante considerar a influência da ingestão de matéria seca sobre a excreção dos minerais. Segundo o AFRC (1991), a secreção de Ca fecal endógeno é pequena, ocorre ao longo do trato digestivo, independe da ingestão de Ca e não varia com a digestibilidade do alimento na faixa de 45 a 65%, mas aumenta com o nível de ingestão do alimento. Com relação ao P, alguns trabalhos têm verificado que a excreção de P endógeno é afetada pela ingestão de MS (TERNOUTH, 1989; CARVALHO et al., 2003). Não foram encontrados trabalhos com os outros minerais, mas é provável que a excreção destes também sofra influência da ingestão de MS.

Neste trabalho, a ração utilizada foi única para todos os animais, contendo os mesmos teores e relações entre os minerais, variando-se o nível de ingestão por animal. Na maior parte dos estudos sobre manutenção de minerais, as perdas endógenas,

que são as quantidades de mineral perdidas originadas do organismo do animal, são estimadas utilizando animais recebendo rações com níveis do elemento próximo ou abaixo das exigências (BOIN, 1985). Estas diferenças metodológicas podem ter sido responsáveis pelas diferenças entre os resultados obtidos neste estudo e os demais.

3.3 Exigências para ganho

Na Tabela 8 são apresentadas as equações de regressão para estimativa do PCV em função do PV e do logaritmo do conteúdo corporal dos macrominerais em função do logaritmo do PCV. As equações foram obtidas a partir dos dados de composição corporal. Os coeficientes de determinação mostraram um bom ajustamento com baixa dispersão dos dados.

Tabela 8. Equações de regressão para estimar a composição corporal (cinzas, Ca, P, Mg, K e Na) em cabritos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen

Variável [†]	Equações alométricas logaritimizadas	r ²	RMSE [*]
PCV, kg	PCV, kg = $-3,86 \pm 0,96 + 0,93 \pm 0,03 \times PV$	0,95	1,08
cinzas, g/kg PCV	Log cz, g = $1,62 \pm 0,06 + 0,92 \pm 0,05 \times \log PCV, kg$	0,94	0,02
Ca, g/kg PCV	Log Ca, g = $0,64 \pm 0,09 + 1,11 \pm 0,06 \times \log PCV, kg$	0,96	0,03
P, g/kg PCV	Log P, g = $0,69 \pm 0,15 + 1,02 \pm 0,11 \times \log PCV, kg$	0,88	0,03
Mg, g/kg PCV	Log Mg, g = $-0,65 \pm 0,06 + 1,08 \pm 0,05 \times \log PCV, kg$	0,98	0,02
Na, g/kg PCV	Log Na, g = $0,35 \pm 0,08 + 0,83 \pm 0,06 \times \log PCV, kg$	0,94	0,03
K, g/kg PCV	Log K, g = $0,013 \pm 0,006 + 0,884 \pm 0,05 \times \log PCV, kg$	0,96	0,02

[†] PCV é o peso de corpo vazio. ^{*} Raiz do quadrado médio do erro.

Na Tabela 9, estão apresentadas a composição corporal em cinzas, Ca, P, Mg, K e Na de cabritos $\frac{3}{4}$ Bôer x $\frac{1}{4}$ Saanen, estimadas pelas equações da Tabela 8. Apesar das concentrações de cinzas diminuir à medida que aumentou o PCV, as concentrações de Ca, P e Mg apresentaram um pequeno aumento, enquanto as concentrações de Na e K diminuíram com o aumento do PCV.

Tabela 9. Composição corporal em cinzas, Ca, P, Mg, K e Na de cabritos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen estimadas pelas equações da Tabela 8.

Variável ¹	PV, kg		
	20	27	35
PCV, kg	14,7	21,2	28,7
cinzas, g/kg PCV	34,4	33,4	32,7
Ca, g/kg PCV	5,87	6,11	6,32
P, g/kg PCV	5,24	5,28	5,32
Mg, g/kg PCV	0,27	0,28	0,29
Na, g/kg PCV	0,76	0,72	0,70
K, g/kg PCV	1,42	1,33	1,26

A maior parte do Na e K estão presentes nos fluidos corporais e tecidos moles, dessa forma, o aumento da deposição de gordura, a qual contém quantidades negligenciáveis de minerais, promoveria um efeito de diluição na quantidade destes minerais no corpo, explicando a diminuição nas concentrações de Na e K com o aumento do PCV.

Considerando que os minerais Ca, P e Mg estão presentes na sua maior parte nos ossos, o ligeiro aumento nas suas concentrações indicou que os cabritos ainda apresentaram um crescimento do tecido ósseo independente da deposição mais acentuada de gordura (Tabela 6, Capítulo 2), apontando talvez para uma maturidade tardia e um peso adulto maior para este grupo genético, uma vez que estes animais estavam na faixa de peso de 20 a 35 kg. Este comportamento foi contrário ao observado em outras raças caprinas e cruzamentos como Saanen (FERREIRA, 2003), Alpina (SOUSA et al., 1998c), SRD x Toggenburg ou Alpina (RESENDE, 1989) e F1 Boer x Saanen (TEIXEIRA, 2004), na faixa de peso de 5 a 35 kg.

Devido às escassas informações sobre conteúdo corporal de minerais para caprinos, O AFRC (1998) sugeriu que fossem utilizados dados de ovinos preconizados pelo ARC (1980). Por sua vez, o ARC (1980) considera a concentração de minerais no conteúdo corporal constante e independente do aumento de peso, recomendando o valor de 11,0 g de Ca; 6,0 g de P; 0,41 g de Mg; 1,1 g de Na e 1,8 g de K por kg PCV, os quais são expressivamente maiores que os relatados neste estudo.

Embora apresentando ligeiros aumentos, as concentrações de Ca, P e Mg foram em média 46%, 30% e 60% inferiores aos valores relatados em outros trabalhos com caprinos, os quais variaram de 8 a 15 g Ca, 6 a 10 g P e 0,41 a 0,97 g Mg por kg de PCV (RESENDE, 1989; RIBEIRO, 1995; SOUSA et al., 1998c; FERREIRA, 2003; TEIXEIRA, 2004), o que pode ter sido reflexo de uma menor proporção de ossos na carcaça dos animais deste estudo, cuja constituição genética apresentava maior participação da raça Bôer.

Para se estimar a composição corporal em macrominerais para ganho de PCV, derivou-se as equações do logaritmo da quantidade do mineral (Tabela 8), apresentando na Tabela 10 as equações para estimar a composição do ganho em PCV, obtendo-se a exigência líquida para ganho. Dessa forma, a exigência líquida de macrominerais para ganho, para o intervalo de peso entre 20 a 35 kg PV, variou de 6,5 a 7,0 g de **Ca**/kg ganho PCV; 5,3 a 5,4 g de **P**/kg ganho PCV; 0,29 a 0,31 g de **Mg**/kg ganho PCV; 0,67 a 0,62 g de **Na**/kg ganho PCV e 1,18 a 1,05 g de **K**/kg ganho PCV (Tabela 10).

Tabela 10. Equações para predição da exigência líquida de macrominerais para ganho em peso de corpo vazio (GPCV).

	PV, kg			Equação para exigência líquida de ganho ¹
	20	27	35	
PCV, kg	14,7	21,2	28,7	
Ca, g/kg GPCV	6,52	6,79	7,02	$4,846 \times \text{PCV}^{0,1102}$
P, g/kg GPCV	5,36	5,40	5,44	$5,0363 \times \text{PCV}^{0,0231}$
Mg, g/kg GPCV	0,29	0,30	0,31	$0,2380 \times \text{PCV}^{0,0781}$
Na, g/kg GPCV	0,67	0,64	0,62	$0,9118 \times \text{PCV}^{-0,1155}$
K, g/kg GPCV	1,18	1,10	1,05	$1,8570 \times \text{PCV}^{-0,1701}$

¹ concentração do componente = $b \cdot 10^a \cdot X^{(b-1)}$, onde a e b são constantes determinadas pelas equações da Tabela 8.

O AFRC (1998) de caprinos sugeriu que fossem utilizados os dados de composição do ganho extrapolados de bovinos publicados no ARC (1980), o qual considera composições constantes e independentes do peso animal, sendo estimadas em 14 g Ca; 8 g P; 0,45 g Mg; 1,5 g Na e 2 g K por kg de ganho de PCV, valores muito superiores aos encontrados neste estudo.

Em alguns estudos realizados no Brasil com bovinos, verificou-se valores de composições de ganho variando de 8,6 a 12,7 g Ca; 6,8 a 8,1 g P; 0,21 a 0,28 g Mg; 0,60 a 1,22 g Na e 0,62 a 1,35 g K por kg de ganho de PCV (FONTES, 1995; PAULINO et al., 2004). Com relação ao Ca e P, estes dados estariam superestimando as exigências dos animais utilizados neste trabalho e de outros estudos nacionais com caprinos, utilizando raças e cruzamentos diferentes (RIBEIRO, 1995; SOUSA et al., 1998c; GOUVEIA, 1999; FERREIRA, 2003). Já, TEIXEIRA (2004) utilizando cabritos F1 Saanen x Bôer pesando de 5 a 25 kg e RESENDE (1989) utilizando cabritos mestiços SRD x Toggenburg ou Alpina pesando de 5 a 25 kg observaram valores muito próximos aos relatados para bovinos. Como já discutido anteriormente, estas diferenças podem ser decorrentes de diferentes proporções de ossos na carcaça. Outro fator influenciante é a variação na concentração de gordura, a qual é função de idade, raça, grupo genético, sexo, manejo alimentar e condições climáticas ao qual o animal é submetido.

As composições de Mg por kg de ganho de PCV tiveram pouca variação e foram próximas aos valores encontrados para bovinos em estudos no Brasil. Todavia, foram em média 47% menores que os valores estimados para caprinos nos estudos de TEIXEIRA (2004) e FERREIRA (2003).

Os valores de composição do ganho em Na e K foram os que apresentaram maior variação de valores entre estudos. FERREIRA (2003), utilizando cabritos Saanen dos 20 aos 35 kg encontrou valores inferiores e TEIXEIRA (2004), utilizando cabritos Saanen dos 5 aos 25 kg encontrou valores superiores ao deste estudo. Considerando que o metabolismo de Na e K são inter-relacionados e que ambos são perdidos pelo suor, a variação nas exigências são dependentes da capacidade de sudorese dos animais e das condições ambientais nas quais eles estão (MCDOWELL, 1992).

Pelos dados apresentados anteriormente pode se observar que as exigências de minerais podem ser substancialmente variáveis, sendo afetadas por fatores como raça, idade, peso vivo, condições ambientais e espécie, merecendo esforços no seu estudo para caprinos. Ressalva-se 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. Além disso, a ingestão de MS influencia a excreção dos minerais, podendo ter sido um fator responsável pelas diferenças encontradas neste estudo.

Por fim, agregando-se as informações sobre as exigências para manutenção e ganho estimadas neste estudo, com o intuito de proporcionar uma visualização geral da exigência líquida total de macrominerais, foi elaborada uma compilação dos resultados obtidos nesta pesquisa, conforme mostrado pelas Tabelas 11 e 12. Vale ressaltar que a exigência dietética pode ser calculada dividindo-se a exigência líquida pela disponibilidade de cada mineral, que se modifica em função dos alimentos utilizados na dieta (FERREIRA, 2003).

Tabela 11. Exigência líquida de cálcio (Ca), fósforo (P) e magnésio (Mg) para cabritos não castrados $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen em crescimento (g/dia).

PV (kg)	ganho (g)	Exigência líquida de Ca			Exigência líquida de P			Exigência líquida de Mg		
		mant	ganho	total	mant	ganho	total	mant	ganho	total
20	100	0,476	0,561	1,037	0,454	0,461	0,915	0,019	0,025	0,045
	150	0,476	0,841	1,317	0,454	0,691	1,145	0,019	0,038	0,057
	200	0,476	1,121	1,597	0,454	0,922	1,376	0,019	0,051	0,070
	250	0,476	1,401	1,878	0,454	1,152	1,606	0,019	0,063	0,082
	300	0,476	1,682	2,158	0,454	1,383	1,837	0,019	0,076	0,095
25	100	0,626	0,578	1,204	0,597	0,464	1,061	0,025	0,026	0,051
	150	0,626	0,867	1,493	0,597	0,696	1,293	0,025	0,039	0,064
	200	0,626	1,156	1,782	0,597	0,928	1,525	0,025	0,052	0,077
	250	0,626	1,444	2,071	0,597	1,160	1,757	0,025	0,065	0,090
	300	0,626	1,733	2,360	0,597	1,391	1,989	0,025	0,077	0,103
30	100	0,776	0,592	1,368	0,740	0,466	1,207	0,031	0,026	0,058
	150	0,776	0,887	1,664	0,740	0,699	1,440	0,031	0,039	0,071
	200	0,776	1,183	1,960	0,740	0,932	1,673	0,031	0,052	0,084
	250	0,776	1,479	2,256	0,740	1,165	1,906	0,031	0,066	0,097
	300	0,776	1,775	2,551	0,740	1,398	2,139	0,031	0,079	0,110
35	100	0,927	0,603	1,530	0,884	0,468	1,352	0,038	0,027	0,064
	150	0,927	0,905	1,832	0,884	0,702	1,586	0,038	0,040	0,077
	200	0,927	1,207	2,133	0,884	0,936	1,820	0,038	0,053	0,091
	250	0,927	1,508	2,435	0,884	1,170	2,054	0,038	0,067	0,104
	300	0,927	1,810	2,737	0,884	1,404	2,288	0,038	0,080	0,117

*manutenção

Tabela 12. Exigência líquida de potássio (K) e sódio (Na) para cabritos não castrados $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen em crescimento (g/dia).

PV (kg)	ganho (g)	Exigência líquida de K			Exigência líquida de Na		
		manutenção	ganho	total	manutenção	ganho	total
20	100	0,124	0,101	0,225	0,076	0,057	0,133
	150	0,124	0,152	0,276	0,076	0,086	0,162
	200	0,124	0,202	0,326	0,076	0,115	0,191
	250	0,124	0,253	0,377	0,076	0,144	0,219
	300	0,124	0,303	0,427	0,076	0,172	0,248
25	100	0,163	0,096	0,260	0,100	0,056	0,155
	150	0,163	0,145	0,308	0,100	0,084	0,183
	200	0,163	0,193	0,356	0,100	0,111	0,211
	250	0,163	0,241	0,404	0,100	0,139	0,239
	300	0,163	0,289	0,452	0,100	0,167	0,267
30	100	0,202	0,093	0,295	0,124	0,054	0,178
	150	0,202	0,139	0,342	0,124	0,081	0,205
	200	0,202	0,186	0,388	0,124	0,109	0,232
	250	0,202	0,232	0,435	0,124	0,136	0,259
	300	0,202	0,279	0,481	0,124	0,163	0,287
35	100	0,241	0,090	0,332	0,147	0,053	0,201
	150	0,241	0,135	0,377	0,147	0,080	0,227
	200	0,241	0,180	0,422	0,147	0,106	0,254
	250	0,241	0,226	0,467	0,147	0,133	0,281
	300	0,241	0,271	0,512	0,147	0,160	0,307

4 Conclusões

A composição corporal dos macrominerais por kg PCV, para cabritos $\frac{3}{4}$ Bôer x $\frac{1}{4}$ Saanen, pesando de 20 a 35 kg, variou de 5,8 a 6,3 g Ca; 5,2 a 5,3 g P; 0,27 a 0,29 g Mg; 0,76 a 0,70 g Na e 1,42 a 1,26 g K.

A exigência líquida de manutenção, estimada pelo abate comparativo, foi 32,3 mg de Ca; 30,8 mg de P; 1,31 mg de Mg; 8,41 mg de K e 5,14 mg de Na por kg PCV.

A exigência líquida de macrominerais para ganho, para o intervalo de peso entre 20 a 35 kg PV de cabritos $\frac{3}{4}$ Bôer x $\frac{1}{4}$ Saanen, variou de 6,5 a 7,0 g de **Ca**/kg ganho PCV; 5,3 a 5,4 g de **P**/kg ganho PCV; 0,29 a 0,31 g de **Mg**/kg ganho PCV; 0,67 a 0,62 g de **Na**/kg ganho PCV e 1,18 a 1,05 g de **K**/kg ganho PCV.

5 Referências

AFRC. 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 Council. **The nutrition of goats**. Wallingford: CAB INTERNATIONAL, 1998. 118 p.

ALCALDE, C. R. **Absorção e estimativas das perdas endógenas de magnésio em caprinos**. 1993. 55 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1993.

ANNEKOV, B. N. Kinetics of mineral metabolism in organ and tissue. In: GEORGIEVSKII, V. I., ANNEKOV, B. N. e SAMOKHIN, V. T. (Ed.). **Mineral nutrition of animals**. London: Butterwoeths, 1982, p. 257-271.

ARC. The nutrient requirement of farm livestock. No 2 Ruminants. **The nutrient requirement of farm livestock. No 2 Ruminants**. London: Agricultural Research Council., 1965. 264 p.

ARC. Agricultural Research Council. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. London: The Gresham Press, 1980. 351 p.

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.

BOIN, C. Exigências de minerais pelas categorias do rebanho bovino e funções desse nutriente. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3, 1985, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1985. p. 15-45.

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.; RESENDE, K. T.; VITTI, D. M. S. S.; FERREIRA, A. C. D. ; ABDALLA, A. L. Perda endógena e exigência de fósforo para manutenção de cabritos Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 411-417. 2003.

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.

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 Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

FONTES, C. A. A. Body composition, net requirements of protein, energy and minerals for weight gain and productive performance of Zebu and crossbred European-Zebu cattle. Experimental results. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF RUMINANTS, 1995, Viçosa. **Anais**. Viçosa: JARD, 1995. p. 265-299.

GOUVEIA, L. J. **Estimativa da composição corporal e exigências nutricionais de macroelementos minerais (P, Ca, Mg, Na, K) de caprinos em crescimento**. 1999. 101 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, 1999.

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

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

NRC. National Research Council. **Nutrient Requirements of goats: Angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries**. Washington: National Academy Press, 1981. 91 p.

NRC. National Research Council. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th. Washington, DC: National Academy Press, 1996. 242 p.

PAULINO, P. V. R.; COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. D. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; MAGALHÃES, K. A.; PORTO, M. O. ; BARONI, C. E. S. Exigências nutricionais de zebuínos: minerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 770-780. 2004.

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**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 1205-1215. 2000.

RESENDE, K. T. **Métodos de estimativa 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, Viçosa, 1989.

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

SILVA, D. J. ; QUEIROZ, A. C. . **Análises de alimentos. Métodos químicos e biológicos**. 3. Viçosa: Editora UFV, 2005. 235 p.

SOUSA, H. M. H.; QUEIROZ, A. C.; RESENDE, K. T.; COELHO DA SILVA, J. F.; PEREIRA, J. C. ; GOUVEIA, L. J. Exigências nutricionais de caprinos da raça Alpina em crescimento. 1. Exigência nutricional de cálcio para manutenção: frações endógenas e abate comparativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 186-192. 1998a.

SOUSA, H. M. H.; QUEIROZ, A. C.; RESENDE, K. T.; SILVA, J. F. C.; PEREIRA, J. C. ; GOUVEIA, L. J. Exigências nutricionais de caprinos da raça Alpina em crescimento. 2. Composição corporal e do ganho em peso em proteína, extrato etéreo, energia, cálcio e fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 193-197. 1998b.

TEIXEIRA, I. A. M. A. **Métodos de estimativa de composição corporal e exigências nutricionais de cabritos F1 Boer x Saanen**. 2004. 92 f. Tese (Doutorado em

Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

TERNOUTH, J. H. Endogenous losses of phosphorus by sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 113, n. 1, p. 291-297. 1989.

CAPÍTULO 4 – PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO CORPO E DA CARÇA DE CABRITOS $\frac{3}{4}$ BOER x $\frac{1}{4}$ SAANEN, UTILIZANDO COMPONENTES DO CORPO

RESUMO - A determinação da composição química do corpo e da carcaça é muito importante em estudos de nutrição e de crescimento animal. O objetivo deste estudo foi desenvolver equações para prever a composição química do corpo e da carcaça usando a composição química de componentes do corpo. Trinta e quatro cabritos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen, não castrados, pesando de 20 a 35 kg, foram usados neste estudo. Sete animais foram abatidos com $21,2 \pm 0,36$ kg PV kg e seis com $28,2 \pm 0,39$ kg PV. Os 21 restantes foram distribuídos aleatoriamente em sete grupos de três animais, onde os tratamentos foram sorteados entre os animais de cada grupo. Os tratamentos foram definidos por três níveis de consumo de matéria seca (CMS): à vontade e restrição de 30 ou 60% do CMS do tratamento à vontade. Cada grupo (formado por três animais, um de cada tratamento) foi abatido quando o animal do tratamento à vontade atingiu 35 kg de PV. Cada componente corporal foi pesado, moído, homogeneizado e uma sub-amostra foi retirada para realização das análises químicas. Os componentes do corpo usados para estimar a composição do corpo e da carcaça foram: pescoço, paleta, costelas, lombo, perna, 9 a 11^a costelas, componentes não-carcaça (cabeça mais pés, órgãos mais sangue e pele), gordura visceral, e gordura renal. A porcentagem de gordura, de proteína, água e de cinzas dos componentes não carcaça mostraram-se adequadas em prever a porcentagem de gordura, de proteína, água e de cinzas do corpo vazio, gerando equações com R^2 de 0,74; 0,77; 0,84 e 0,49; respectivamente. Com relação à carcaça, a composição química das costelas foi o componente que melhor estimou a composição química da carcaça.

Palavras-chave: carcaça, composição corporal, componentes não carcaça, costelas, estimativa.

1 Introdução

Estimativas exatas da composição química do corpo e da carcaça são essenciais em diversos segmentos da indústria da carne (MILLER et al., 1988), uma vez que o valor da carcaça é dado por qualidade. Além disso, esta pode ser utilizada para avaliar alimentos, estimar as exigências líquidas e identificar modificações durante o crescimento em função de fatores como raça, sexo, peso e outros (TEIXEIRA, 2004). O método ideal para se estimar a composição corporal deveria apresentar boa repetibilidade, fácil condução e baixos custos, e ser aplicável para animais em diferentes idades, tamanho corporal, raça, sexo e grau de acabamento (ALLEONI et al., 1997). Embora a determinação direta da composição do corpo, através da moagem e análise química de todos os tecidos do corpo, seja o método que apresente maior precisão e acurácia, este é caro e demanda muito tempo e trabalho. Numerosos métodos, então, foram desenvolvidos para estimar as composições do corpo e da carcaça, incluindo medidas lineares (KIRTON et al., 1985), ultrassom (STANFORD et al., 1995), gravidade específica da carcaça (KRAYBILL et al., 1952; MILLER et al., 1988) e técnicas de diluição (como uréia; (WELLS & PRESTON, 1998)), água tritiada, ou deutério (RESENDE, 1989; CROOKER et al., 1997). Entretanto, alguns destes métodos apresentam repetibilidade inconsistente, custos elevados e são justificáveis somente sob determinadas condições experimentais (MILLER et al., 1988; STANFORD et al., 1998).

Em bovinos, a composição de componentes corporais foi extensamente estudada para prever a composição química do corpo e da carcaça. A utilização de componentes do corpo, especificamente da seção da 9 a 11^a costelas, para prever a composição da carcaça foi proposta inicialmente por HANKINS & HOWE (1946). Desde então, vários cortes foram investigados como preditores da composição química do corpo e da carcaça. Correlações elevadas entre partes do corpo e as composições do corpo ou da carcaça foram observadas em bovinos por diversos autores (LUNT et al., 1985; LANNA et al., 1995; ALLEONI et al., 1997; DE CAMPENEERE et al., 1999).

Outros estudos mostraram que sexo (HANKINS & HOWE, 1946) e raça (ALHASSAN et al., 1975) exigiam equações de predição específicas.

Poucas tentativas em estimar a composição química do corpo de caprinos, utilizando partes do corpo, têm sido feitas. MEDEIROS (2001) encontrou uma correlação elevada ($r = 0.76$) entre a composição química de gordura da seção da 9 a 11^a costela e a gordura do corpo de cabritos Saanen, não castrados. Similarmente, TEIXEIRA (2004) relatou que a composição da 9 a 11^a costelas e do pescoço apresentaram elevada precisão em predizer a composição do corpo de cabritos F1 Boer x Saanen, não castrados. TEIXEIRA (2004) sugeriu, ainda, o uso do pescoço para estimar a composição do corpo, uma vez que provoca danos menores à carcaça em relação à remoção das 9 a 11^a costelas. Entretanto, mais estudos são necessários para avaliar a precisão e a repetibilidade deste componente em estimar a composição da carcaça.

Dessa forma, a finalidade deste estudo foi avaliar a composição do corpo e da carcaça de cabritos $\frac{3}{4}$ Boer x $\frac{1}{4}$ Saanen, não castrados, pesando entre 20 e 35 kg e desenvolver equações para estimar a composição química do corpo e da carcaça usando a composição química de componentes do corpo.

2 Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV/UNESP, Jaboticabal - São Paulo, Brasil, localizada a 21°14'05"S e 48°17'09"W, altitude de 615 m. Os valores de temperatura e umidade relativa do ar durante o período experimental estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores de temperatura máxima e mínima ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (%) do período experimental.

Temperatura			Umidade		
Max	Min	Média	Max	Min	Média
29,5	20,9	25,2	92,6	51,7	72,2

Foram utilizados 34 cabritos com constituição genética $\frac{3}{4}$ Boer e $\frac{1}{4}$ Saanen, não castrados e descornados. Após a desmama, que ocorreu aproximadamente aos 60 dias de idade, todos os cabritos foram alimentados com a ração experimental até o início do experimento, quando os animais atingiram $20,5 \pm 0,24$ kg de peso vivo (PV). Sete cabritos foram abatidos no início do experimento, com $21,2 \pm 0,36$ kg PV. Outros seis foram abatidos ao atingirem $28,2 \pm 0,39$ kg PV. Os 21 restantes foram distribuídos aleatoriamente em sete grupos de três animais, onde os tratamentos foram sorteados entre os animais de cada grupo. Os tratamentos foram definidos por três níveis de consumo de matéria seca (CMS): à vontade e restrição de 30 ou 60% do CMS do tratamento à vontade. O grupo foi abatido quando o animal que estava recebendo o tratamento à vontade (AV) atingiu 35 kg. Os níveis de restrição de 60 e 30% da ingestão foram determinados diariamente, de acordo com o CMS do dia anterior do animal com alimentação à vontade, dentro do grupo. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas medindo 0,5 x 1,0 m, providas de comedouro e bebedouro.

A dieta experimental foi constituída de feno da planta de milho (46,3%, planta inteira de milho sem raiz, cortada no ponto para ensilar e seca ao sol), milho moído (25,3%), farelo de soja (19,0%), melaço (4,5%), óleo de soja (0,9%), calcário (0,9%), núcleo mineral (2,1%) e cloreto de cálcio (1,0%), com 14,5% de proteína bruta (PB) e 2,43 Mcal/kg de energia metabolizável (EM). A dieta foi fornecida uma vez ao dia, às 8 horas, sendo que antes do fornecimento as sobras eram retiradas, pesadas e amostradas. O consumo de matéria seca (CMS) foi determinado pelo controle diário do alimento fornecido e recusado.

O controle do desenvolvimento ponderal dos animais foi realizado semanalmente com a pesagem, dos mesmos. Para se determinar o peso ao abate ou peso após jejum

(PJ), os animais foram submetidos a jejum de sólidos e líquidos de 16 horas, seguida de insensibilização com choque elétrico e mortos com corte na carótida e jugular. O sangue foi colhido e pesado, o trato gastrointestinal foi retirado, pesado antes e após a retirada de seu conteúdo para determinação do peso de corpo vazio (PCV). O corpo foi separado nos componentes individuais: órgãos internos (fígado, coração, pulmões e traquéia, língua, pâncreas, rins, e baço), trato gastrointestinal vazio e limpo (rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestinos delgado e grosso), pele, cabeça, pés, carcaça e gordura visceral (gordura separável da cavidade corporal) e a gordura perirrenal (separada fisicamente de ambos os lados), os quais foram pesados individualmente.

A carcaça foi obtida após a separação das mãos e dos pés na articulação carpo metacarpiana e tarso metatarsiana respectivamente, além da retirada dos rins, gordura perirrenal e diafragma obtendo-se então o peso da carcaça quente (PCQ). As carcaças foram mantidas em câmara fria por 24 horas, em temperatura de 5^o C, obtendo-se o peso da carcaça fria (PCF). Após as mensurações, as carcaças foram divididas longitudinalmente e da meia-carcaça direita foi retirada a seção da 9 a 11^a costela (9^a, 10^a e 11^a costelas com as vértebras e o flanco). A meia-carcaça esquerda foi dividida em cinco cortes (Figura 1), realizados segundo PEREIRA FILHO (2003). A base óssea e a região de secção dos cortes foram: 1- perna, que abrangeu a região do íliaco (ílio), ísquio, púbis, vértebras sacrais, as duas primeiras vértebras coccígeas, fêmur, tíbia e tarso; 2- lombo, compreendendo toda a região das vértebras lombares; 3- costelas, que incluiu o esterno e todas as costelas e vértebras torácicas; 4- paleta, correspondendo à região da escápula, úmero, rádio, ulna e o carpo; 5- pescoço, região correspondente às sete vértebras cervicais (Figura 1).

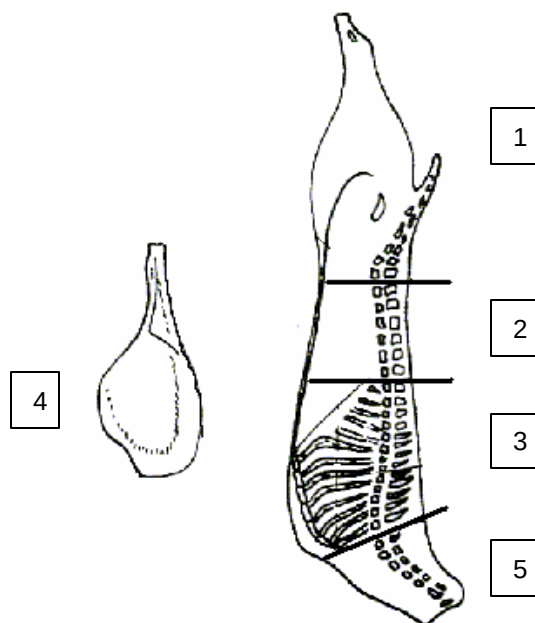


Figura 1. Cortes realizados na meia-carcaça esquerda de caprinos. 1 – Perna; 2 – Lombo; 3 – Costelas; 4 – Paleta; 5 – Pescoço (Fonte: PEREIRA FILHO, 2003)

Todos os componentes do corpo do animal foram inicialmente congelados, depois cortados em serra de fita, triturados, homogeneizados e retiradas amostras, as quais foram novamente congeladas e liofilizadas para determinação da matéria seca. As amostras do corpo foram analisadas para se conhecer os teores de extrato etéreo (utilizando um aparato de extração Soxhlet), proteína bruta (nitrogênio total pelo método de combustão de Dumas utilizando um analisador tipo LECO FP-528LC), matéria mineral e energia bruta (bomba calorimétrica tipo Parr) de acordo com o protocolo sugerido por SILVA & QUEIROZ (2005).

A Tabela 2 lista os componentes do corpo e seus acrônimos usados para a predição da composição química do corpo e da carcaça dos cabritos usados neste estudo.

Tabela 2. Definições das abreviações dos componentes do corpo usados para estimar a composição química do corpo e da carcaça neste estudo.

Abreviações	Definições
CAR	Carcaça
O&S	Órgãos mais sangue
PES	Pescoço
PAL	Paleta
COS	Costelas
LOM	Lombo
PER	Perna
9 ^a a 11 ^a C	9-10-11 ^a costelas
CNC	Componentes Não-carcaça (cabeça, pés, órgãos, sangue e pele)
GVIS	Gordura Visceral
GREN	Gordura Renal

Os dados foram analisados usando o PROC REG do SAS (SAS Instituto Inc., Cary, NC) para identificar as correlações entre a composição química do corpo e da carcaça com a composição química dos componentes do corpo. As equações de regressão múltipla foram selecionadas baseando-se em três critérios de seleção: coeficiente da determinação (R^2), seleção forward e estatística Cp de Mallows (MACNEIL, 1983).

3 Resultados e Discussão

Nas Tabelas 3 e 4 encontram-se os valores médios, mínimos, máximos e os desvios – padrão das variáveis empregadas para a obtenção das equações de estimativa, que caracterizam a população utilizada no experimento.

Tabela 3. Valores médios, mínimos, máximos e desvios-padrão (SD) das variáveis utilizadas neste estudo, relativas aos teores de proteína e gordura, como porcentagem da matéria natural.

Variável	Média	Min	Max	SD
PCV (kg)	21,8	14,7	31,3	5,1
PCQ (kg)	12,8	8,3	18,7	3,1
GCo	13,6	10,5	19,2	2,1
GCa	13,3	11,2	18,1	1,7
9 ^a a 11 ^a C gor	16,0	11,8	22,8	2,8
PES gor	13,0	10,6	17,0	1,6
PAL gor	14,4	11,3	22,1	2,2
LOM gor	14,5	10,4	20,4	2,6
COS gor	18,1	14,3	26,8	3,1
PER gor	12,5	9,1	16,7	1,7
O&S gor	17,9	9,4	30,0	5,4
CNC gor	14,5	10,1	20,8	2,9
GVIS	2,6	0,9	5,2	1,1
GREN	0,7	0,08	1,8	0,4
PCo	17,6	16,4	18,8	0,6
PCa	17,6	15,8	19,1	0,7
9 ^a a 11 ^a C PB	18,4	16,3	21,0	1,0
PES PB	17,3	15,2	18,9	0,8
PAL PB	19,3	16,6	23,6	1,4
LOM PB	18,9	16,4	20,6	1,0
COS PB	17,5	14,1	20,5	1,4
PER PB	19,8	17,4	21,1	0,8
O&S PB	12,2	9,9	15,5	1,0
CNC PB	18,7	16,5	21,2	1,2

¹PCV = peso do corpo vazio, PCQ = peso da carcaça quente, GCo = gordura no corpo, GCa = gordura na carcaça, PCo = proteína no corpo, PCa = proteína na carcaça, O&S = órgão mais sangue, PES = pescoço, PAL= paleta, COS = costelas, LOM = lombo, PER= perna, 9-11C = 9-10-11^a costelas, CNC= componentes não-carcaça (cabeça, pés, órgãos, sangue e pele), GVIS = gordura visceral , GREN= gordura renal, gor = gordura

Tabela 4. Valores médios, mínimos, máximos e desvios-padrão (SD) das variáveis utilizadas neste estudo, relativas aos teores de água e matéria mineral, como porcentagem da matéria natural.

Variável	Média	Min	Max	SD
AGCo	65,3	60,1	68,7	2,1
AGCa	67,4	61,3	69,9	1,6
9 ^a a 11 ^a C água	65,2	50,4	70,3	3,9
PES água	69,1	66,3	71,3	1,5
PAL água	66,0	55,9	69,3	2,8
LOM água	67,3	64,1	71,8	1,7
COS água	64,0	57,7	68,0	2,5
PER água	65,0	60,7	69,1	1,9
O&S água	69,8	58,5	76,9	4,8
CNC água	66,7	61,7	70,9	2,6
MMCo	3,4	3,0	4,2	0,3
MMCa	4,2	3,7	5,0	0,3
9 ^a a 11 ^a C MM	3,2	1,9	5,1	0,8
PES MM	3,5	1,8	5,2	0,7
PAL MM	4,8	3,6	6,0	0,6
LOM MM	4,6	3,6	5,6	0,6
COS MM	3,7	2,3	5,2	0,7
PER MM	4,9	3,8	6,4	0,7
O&S MM	0,8	0,4	1,8	0,3
CNC MM	2,5	1,9	3,2	0,3

¹ AGCo = água no corpo, AGCa = água na carcaça, MMCo = matéria mineral no corpo, MMCa = matéria mineral na carcaça, O&S = órgãos mais sangue, PES = pescoço, PAL= paleta, COS = costelas, LOM = lombo, PER= perna, 9-11C = 9-10-11^a costelas, CNC= componentes não-carcaça (cabeça, pés, órgãos, sangue e pele)

Na Tabela 5 encontram-se as melhores equações para a estimativa da porcentagem de gordura do corpo e da carcaça selecionadas a partir da porcentagem de gordura dos seus componentes. A porcentagem de gordura dos CNC (Eq. 4 na Tabela 5) e da 9^a a 11^a C (Eq. 5 na Tabela 5) foram as que melhor explicaram, utilizando uma regressão linear simples (com uma variável independente), a variação na porcentagem de gordura no corpo, como indicado pelos valores dos coeficientes de determinação (R^2 de 0,74 e 0,71; respectivamente). A porcentagem de gordura dos componentes O&S e GREN mostraram-se altamente correlacionados com a

Tabela 5. Melhores equações de regressão para estimar a porcentagem de gordura e proteína do corpo e da carcaça de cabritos abatidos com diferentes pesos.

Componentes*										
Equação	intercepto	PCQ	GREN	CNC gor	O&S gor	COS gor	9 ^a a 11 ^a C gor	Cp – p ^{&}	R ²	MSE [#]
Gordura do corpo (% PCV)										
1	2,76(0,96)			0,39 (0,08)			0,32(0,09)	2,2	0,82	0,92
2	4,27(1,05)				0,17(0,03)		0,39(0,09)	8,5	0,79	1,01
3	4,96(1,29)		1,61(0,72)				0,47(0,09)	15,5	0,75	1,10
4	4,38(0,99)			0,63 (0,06)				14,8	0,74	1,09
5	3,55(1,19)						0,63(0,07)	22,0	0,71	1,17
Gordura da Carcaça (% PCV)										
6	4,71(0,78)	-0,11(0,04)				0,55(0,04)		0,21	0,83	0,73
7	4,24(0,83)					0,50(0,04)		4,4	0,79	0,79
8	5,63(1,07)						0,47(0,06)	34,0	0,63	1,07
Proteína do Corpo (% PCV)										
9	8,80(0,86)	0,47(0,04)						22,0	0,77	0,31
10	6,36(0,89)	0,48(0,04)	0,13(0,03)					3,0	0,86	0,25
11	7,82(1,18)	0,46(0,05)		0,06(0,05)				20,6	0,78	0,31
Proteína da Carcaça (% PCV)										
12	11,81(1,23)		0,33(0,07)					7,6	0,41	0,56

PCQ = peso da carcaça quente, PCV = peso do corpo vazio, O&S = órgãos mais sangue, COS = costelas, 9.11C = 9.10-11^a costelas, CNC= componentes não-carcaça (cabeça, pés, órgãos, sangue e pele), GREN = gordura dos rins

[&] Cp e p são estatística Cp de Mallows e número de variáveis independentes utilizadas nas equações, respectivamente.

[#] erro padrão da estimativa

porcentagem de gordura do corpo, representados nas equações múltiplas (com duas ou mais variáveis independentes) 2 e 3 da Tabela 5. A Eq. 1 (Tabela 5), na qual combinou-se a porcentagem de gordura dos CNC e da 9^a a 11^a C, numa regressão linear múltipla, foi a que apresentou o valor de Cp mais próximo a p e o menor desvio-padrão da estimativa, justificando-se como a melhor equação para estimar a porcentagem de gordura no corpo. Segundo MACNEIL (1983), para equações em que o número de variáveis são diferentes, o menor desvio-padrão é um critério mais adequado para selecioná-las que o coeficiente de determinação máximo.

Em bovinos, a utilização da seção da 9^a a 11^a costelas (ou seção HH) vem sendo extensamente estudada para predizer a composição do corpo (LANNA et al., 1995; ALLEONI et al., 1997) e da carcaça (HANKINS & HOWE, 1946; MILLER et al., 1988; LANNA et al., 1995), representando uma parte importante do corpo a ser estudada.

MEDEIROS (2001) e TEIXEIRA (2004) relataram equações para estimar a porcentagem de gordura do corpo utilizando a porcentagem de gordura das 9^a a 11^a costelas em cabritos. Entretanto, as inclinações e os interceptos das regressões foram diferentes dependendo da população.

Com relação à carcaça, a porcentagem de gordura das COS esclareceu 79% da variação na porcentagem de gordura da carcaça (Eq. 7, Tabela 5), e adicionando o peso quente da carcaça (PCQ), numa regressão linear múltipla ocasionou um aumento do valor R^2 para 0,83 (Eq. 6).

A porcentagem de gordura da 9^a a 11^a costelas também pode ser utilizada para estimar a porcentagem de gordura da carcaça, como mostrado pela Eq. 8 (Tabela 5). Este fato também foi verificado em trabalhos com bovinos. MILLER et al. (1988) relataram que a porcentagem de gordura e de tecido magro da seção da 9^a a 11^a costelas esclareceu 86% da variação na porcentagem de gordura da carcaça. LUNT et al. (1985) verificaram que a gordura da seção da 9-11^a costelas esclareceu 92% da variação na gordura fisicamente separável da carcaça de bovinos. Os mesmos autores utilizaram a seção das costelas de ambos os lados da carcaça a fim de reduzir a

variação resultante do seccionamento da carcaça e dos erros angulares do corte durante a remoção desta seção.

A Tabela 5 lista também as melhores equações para prever a porcentagem de proteína do corpo e da carcaça usando a porcentagem de proteína de componentes do corpo, individualmente ou combinados. A equação utilizando a porcentagem de proteína dos CNC (Eq. 9) explicou 77% da variação da porcentagem de proteína do corpo. A equação múltipla da porcentagem de proteína da 9ª a 11ª C com a dos CNC, resultou em um R^2 de 0,78 (Eq. 11). Por último, o R^2 mais elevado e o MSE mais baixo (0,86 e 0,25, respectivamente; Eq. 10) foram obtidos combinando-se as porcentagens de proteína das COS e dos CNC para estimar a porcentagem de proteína do corpo. A porcentagem da proteína das COS foi a variável indicada para prever a porcentagem de proteína da carcaça (Eq. 15).

Na Tabela 6 encontram-se as melhores equações para a estimativa da porcentagem de água e MM do corpo e da carcaça selecionadas a partir da porcentagem de MM dos seus componentes. A porcentagem de água dos CNC (Eq. 13) foi a que apresentou o R^2 mais elevado e o MSE mais baixo para estimar a porcentagem de água do corpo (Eq.13 , $R^2 = 0,84$). A porcentagem de água da carcaça também pode ser estimada pela equação usando a porcentagem de água das COS (Eq. 18).

O PCV e as porcentagens de MM da PER, dos CNC, da PAL e das COS (Eq. 19 a 22) explicaram a maior parte da variação na porcentagem de MM do corpo. A equação linear múltipla da porcentagem de MM das COS juntamente com o PCQ, explicou 43% da variação da porcentagem de MM da carcaça (Eq. 24).

Como já relatado previamente na literatura (RAMSEY et al., 1991; LANNA et al., 1995; ALLEONI et al., 1997), as equações para prever as concentrações de proteína e MM apresentaram um coeficiente de determinação mais baixo. De acordo com ROBELIN & GEAY (1976), esta menor precisão é mais evidente em

Tabela 6. Melhores equações de regressão para estimar a porcentagem de água e matéria mineral (MM) do corpo e da carcaça de cabritos abatidos com diferentes pesos.

Componentes									
	intercepto	CNC água	PAL água	O&S água	COS água	9 ^a a 11 ^a C água	Cp – p ^{&}	R ²	MSE [#]
Água do corpo (% PCV)									
13	11,0(4,6)	0,59(0,06)	0,22(0,06)				2,1	0,84	0,88
14	21,3(4,4)		0,34(0,06)	0,31(0,03)			6,5	0,81	0,94
15	15,3(4,5)	0,51(0,08)			0,25(0,09)		7,8	0,81	0,95
16	20,4(4,5)	0,67(0,06)					15,2	0,76	1,04
17	21,2(4,7)	0,69(0,07)				-0,03(0,05)	15,5	0,77	1,05
Água da carcaça (% PCV)									
18	33,1(4,3)				0,53(0,06)		4,1	0,67	0,95
MM do corpo (% PCV)									
19	2,0(0,4)	-0,02(0,006)	0,10(0,04)	0,50(0,10)			5,2	0,56	0,17
20	2,5(0,3)	-0,02(0,006)		0,52(0,11)			9,6	0,49	0,18
21	2,2(0,3)	-0,02(0,006)		0,52(0,10)	0,08(0,05)		7,8	0,53	0,18
22	2,1(0,3)	-0,02(0,006)		0,44(0,11)	0,12(0,05)		5,1	0,56	0,18
MM da Carcaça (% EBW)									
PCQ									
23	3,7(0,3)	-0,03(0,001)	0,19(0,05)				12,2	0,44	0,21
24	3,9(0,3)	-0,03(0,001)			0,21(0,06)		12,8	0,43	0,21

* PCV = peso do corpo vazio, O&S = órgãos mais sangue, PAL = paleta, PER = perna, COS = costelas, 9-11C = 9-10-11^a costelas,

CNC= componentes não-carcaça (cabeça, pés, órgãos, sangue e pele)

& Cp e p são estatística Cp de Mallows e número de variáveis independentes utilizadas nas equações, respectivamente.

erro padrão da estimativa

populações cuja quantidade de nutrientes na massa livre de gordura apresenta uma amplitude de variação na composição mais estreita.

O único componente do corpo cuja composição química foi utilizada individualmente nas equações para estimar a porcentagem de gordura, proteína, água e MM do corpo foi a composição química dos CNC (Equações 4, 9, 13 e 20 com $R^2=0,74$; $0,77$; $0,84$ e $0,49$; respectivamente); entretanto, a sua conveniência em situações práticas é relativa. Apesar de não representarem o maior valor econômico do animal que é a carcaça, os CNC incluem a pele e alguns órgãos internos os quais representam uma parte do valor econômico do abate de caprinos.

Da mesma forma, utilizando cordeiros, WILKINSON & GREENHALGH (1995b) encontraram alta correlação entre a composição química em proteína e gordura dos componentes não carcaça e a composição química do corpo vazio.

A composição química das costelas, retirada da meia carcaça esquerda, foi o melhor preditor da composição química da carcaça em gordura, proteína, MM e água. Entretanto, a porcentagem de proteína e de MM das costelas não apresentaram um bom ajuste dos dados em estimar as porcentagens de proteína e MM da carcaça ($R^2=0,41$ e $0,43$), respectivamente. Esta falta de precisão em predizer a porcentagem de proteína pode ser devido à baixa variação na porcentagem de proteína na população estudada (Tabela 3). Resultados similares a este estudo foram relatados por CANTÓN et al. (1992), que propuseram o uso da região das costelas como um preditor da composição da carcaça para carneiros deslanados (raças Blackbelly e Pelibuey).

Neste estudo, foi sugerido o uso da correlação entre a composição química do corpo vazio e a composição química dos componentes não carcaça, assim como entre a composição da carcaça e a das costelas. Entretanto as equações desenvolvidas não foram testadas em um grupo diferente de animais. É esperado que o uso destas equações em outras situações possa gerar erros de predição causados pelas variações nos procedimentos de abate e pelas diferenças entre raças na distribuição dos componentes corporais, principalmente em relação à proporção de gordura abdominal. Dessa forma, recomenda-se que estudos adicionais devem ser feitos para a avaliação

destes componentes do corpo utilizando diferentes raças e sexo, sob diferentes cenários produtivos.

4 Conclusões

Para cabritos com 20 a 35 kg PV, os resultados apresentados neste estudo indicaram que a composição percentual de proteína, gordura, matéria mineral e água do corpo foram estimadas por meio da composição química dos componentes não carcaça. A composição química das costelas, retirada da meia carcaça esquerda, foi o melhor preditor da composição química da carcaça em gordura, proteína, MM e água.

5 Referências

ALHASSAN, W. S.; BUCHAMAN-SMITH, J. G.; USBORNE, W. R.; ASHTON, G. C. ; SMITH, G. C. Prediction empty body composition of cattle from carcass weight and rib cut composition. **Canadian Journal of Animal Science**, Lennoxville, v. 55, n. 3, p. 369-376. 1975.

ALLEONI, G. F.; LEME, P. R.; BOIN, C.; NARDON, R. F.; DEMARCHI, J. J. A. A.; VIEIRA, P. F. ; TEDESCHI, L. O. Avaliação da composição química e física dos cortes da costela para estimar a composição química corporal de novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 382-390. 1997.

CANTÓN C., J. G.; VELÁZQUEZ M., A. ; CASTELLANOS R., A. Body composition of pure and crossbred Blackbelly sheep. **Small Ruminant Research**, Newton, v. 7, n., p. 61-66. 1992.

CROOKER, B. A.; WEBER, W. J. ; ANDREW, S. M. Development and use of deuterium oxide dilution equations to predict body composition of Holstein cows. In: ENERGY METABOLISM OF FARM ANIMALS, 14, 1997, Newcastle. **Anais**. Newcastle: CAB International, 1997. p. 177-180.

DE CAMPENEERE, S.; FIEMS, L.; VAN DE VOORDE, G.; VANAKER, J. M.; BOUCQUÉ, C. ; DEMEYER, D. I. Estimation of carcass composition from 8th rib characteristics with Belgian blue double-muscle bulls. **Meat Science**, Reading, v. 51, n. 1, p. 27-33. 1999.

HANKINS, O. G. ; HOWE, P. E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington: USDA, Technical Bulletin n. 926, 1946. p. 1-20.

KIRTON, A. H.; DUGANZICH, D. M.; FEIST, C. L.; BENNETT , G. L. ; WOODS, E. G. Prediction of lamb carcass composition from GR and carcass weight. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v. 45, n. 1, p. 63-65. 1985.

KRAYBILL, H. F.; BITTER, H. L. ; HANKINS, O. G. Body composition of cattle. II. Determination of fat and water content from measurement of body specific gravity. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 4, n., p. 575-583. 1952.

LANNA, D. P. D.; BOIN, C.; ALLEONI, G. F. ; LEME, P. R. Estimation of carcass and empty body composition of Zebu bulls using the composition of rib cuts. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 189-197. 1995.

LUNT, D. K.; SMITH, G. L.; MCKEITH, F. K.; SAVELL, J. W.; RIEWE, M. E.; HORN, F. P. ; COLEMAN, S. W. Techniques for predicting beef carcass composition. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 60, n. 5, p. 1201-1227. 1985.

MACNEIL, M. D. Choice of a prediction equation and the use of the selected equation in subsequent experimentation. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 57, n. 5, p. 1328-1336. 1983.

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.

MILLER, M. F.; CROSS, H. R.; BAKER, J. F.; BYERS, F. M. ; RECIO, H. A. Evaluation of live and carcass techniques for predicting beef carcass composition. **Meat Science**, Reading, v. 23, n. 1, p. 111-129. 1988.

PEREIRA FILHO, J. M. **Estudo do crescimento alométrico e das características de carcaça e impacto econômico da restrição alimentar de cabritos F1 Boer x Saanen**. 2003. 85 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

RAMSEY, C. B.; KIRTON, A. H.; HOGG, B. W. ; DOBBIE, J. L. Ultrasonic, needle, and carcass measurements for predicting chemical composition of lamb carcasses. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 69, n. 3655-3664, p. 1991.

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

ROBELIN, J. ; GEAY, Y. Estimation de la composition des carcasses de jeunes bovins a partir de la composition d'un morceau monocostal preleve au niveau de la 11a cote. **Annales de Zootechnie**, Versailles, v. 25, n., p. 2-14. 1976.

SILVA, D. J. ; QUEIROZ, A. C. . **Análises de alimentos. Métodos químicos e biológicos**. 3. Viçosa: Editora UFV, 2005. 235 p.

STANFORD, K.; MCALLISTER, T.; MCDUGALL, M. ; BAILEY, D. R. C. Use of ultrasound for the prediction of carcass characteristics in Alpine goats. **Small Ruminant Research**, Newton, v. 15, n. 2, p. 195-201. 1995.

STANFORD, K.; JONES, S. D. M. ; PRICE, M. A. Methods of predicting lamb carcass composition: A review. **Small Ruminant Research**, Newton, v. 29, n. 3, p. 241-254. 1998.

TEIXEIRA, I. A. M. A. **Métodos de estimativa de composição corporal e exigências nutricionais de cabritos F1 Boer x Saanen**. 2004. 92 f. Tese (Doutorado em

Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

WELLS, R. S. ; PRESTON, R. L. Effects of repeated urea dilution measurement on feedlot performance and consistency of estimated body composition in steers of different breed types. **Journal of Animal Science**, v. 76, n., p. 2799-2804. 1998.

WILKINSON, R. G. ; GREENHALGH, J. F. D. Prediction of the body composition of lambs from the composition of their non-carcass components. **Animal Science**, Cambridge, v. 61, n. 1-2, p. 265-268. 1995.

CAPÍTULO 5 – IMPLICAÇÕES

Encontrar uma parte do corpo que pudesse estimar exatamente a composição do corpo ou da carcaça contribuiria muito para a diminuição dos custos em experimento, principalmente os relacionados a exigências nutricionais, podendo ajudar também em programas de avaliação da carcaça de caprinos. No entanto, a confiabilidade de um método particular para determinar as composições do corpo ou da carcaça deve continuamente ser avaliada para grupos diferentes de animais. Neste estudo, foi sugerido o uso de equações utilizando a composição química dos componentes não carcaça (cabeça, pés, órgãos internos, sangue e pele) para estimar a composição química do corpo vazio, assim como a de equações utilizando a composição química das costelas, retirada da meia carcaça esquerda, para estimar a composição da carcaça. Entretanto as equações desenvolvidas não foram testadas em um grupo diferente de animais. Dessa forma, recomenda-se que estudos adicionais devam ser feitos para a avaliação destes componentes do corpo utilizando diferentes raças e sexo, sob diferentes cenários produtivos. É esperado que o uso destas equações em outras situações possa gerar erros de predição causados pelas variações nos procedimentos de abate e pelas diferenças entre raças na distribuição dos componentes corporais, principalmente em relação à proporção de gordura abdominal, devendo ser estudados coeficientes de ajustes para tal.

Este estudo encontrou valores de exigências em energia e proteína para ganho maiores que trabalhos previamente publicados para outras raças caprinas, com exceção aos valores recomendados pelo NRC (1981b) que foram maiores e não contabilizam as variações no PV dos animais. Sugere-se que mais pesquisas sejam feitas utilizando-se outros genótipos de caprinos, diferentes proporções entre volumoso e concentrado, e diferentes cenários produtivos, para que sejam especulados e quantificados outros fatores responsáveis por variações nas exigências nutricionais individuais em caprinos.

Pode se observar que as exigências de minerais podem ser substancialmente variáveis, sendo afetadas por fatores como raça, idade, peso vivo, condições

ambientais e espécie, merecendo esforços no seu estudo para caprinos. Ressalva-se 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. A maioria dos estudos sobre minerais, principalmente no tocante à estimativa das exigências para manutenção, utilizaram rações com diferentes teores do mineral. Neste estudo, a ração oferecida aos animais foi única, variando a quantidade ofertada, com base no método do “abate comparativo”. Como a ingestão de MS influencia a excreção dos minerais, isto ter sido um fator responsável pelas diferenças encontradas neste estudo em relação aos demais. Outro fator muito importante a ser considerado é o método empregado para a estimativa da exigência, assim como o procedimento laboratorial adotado para a análise dos minerais. Neste trabalho, o preparo da solução mineral foi feito pela “via seca”, utilizando ácido clorídrico, que apresenta maior possibilidade de perda por volatilização em comparação à “via úmida”, utilizando ácidos nítrico e perclórico. Entretanto, o método “via seca” consome menos reagentes e apresenta menor perigo de manuseio.

Analisando-se este estudo como um todo, podem ser geradas recomendações de exigências nutricionais para caprinos de corte, as quais são apresentadas nas Tabelas 9 e 10 (Capítulo 2) e 11 e 12 (Capítulo 3). Estas recomendações devem ser vistas com cautela, uma vez que são provenientes de um estudo isolado utilizando animais cruzados e determinada ração, entretanto podem ser úteis para serem usadas como referencial para a formulação de rações para caprinos de corte, devido à escassez de informações sobre estes.