

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

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CABRITAS SAANEN EM
CRESCIMENTO DOS 30 AOS 45 KG**

Fernanda Oliveira de Miranda Figueiredo
Médica Veterinária

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Fevereiro de 2011

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

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CABRITAS SAANEN EM
CRESCIMENTO DOS 30 AOS 45 KG**

Fernanda Oliveira de Miranda Figueiredo

Orientador: Prof. Dra. Izabelle Auxiliadora Molina Almeida Teixeira

Co-orientador: Prof. Dra. Telma Teresinha Berchielli

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Fevereiro de 2011



ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE FERNANDA OLIVEIRA DE MIRANDA FIGUEIREDO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA, DO(A) FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL.

[illegible]

-----". Após a exposição, a discente foi argüida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO ----- . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof.ª Dra. IZABELLE AUXILIADORA M. DE ALMEIDA TEIXEIRA

Prof. Dr. KLEBER TOMAS DE RESENDE

Prof. Dr. MARIO LUIZ CHIZZOTTI



F475e Figueiredo, Fernanda Oliveira de Miranda
Exigências nutricionais de cabritas Saanen em crescimento dos 30 aos 45 kg / Fernanda Oliveira de Miranda Figueiredo. -- Jaboticabal, 2011

xvi, 99.f. : il. ; 28.cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011

Orientadora: Izabelle Auxiliadora Molina Almeida Teixeira

Banca examinadora: Kléber Tomás de Resende, Mario Luiz Chizzoti

Bibliografia

1. Composição corporal. 2. Ganho. 3. Manutenção. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.39

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

FERNANDA OLIVEIRA DE MIRANDA FIGUEIREDO - filha de Francisco Miranda de Figueiredo Filho e Tamara Maria de Oliveira Figueiredo. Nasceu em Três Pontas, Minas Geras, no dia 14 de outubro de 1983. Graduada em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Minas Geras em 2008. Em 2009 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista – câmpus de Jaboticabal.

"Feliz aquele que transfere o que sabe e
aprende o que ensina !"
(Cora Coralina)

Aos meus avós Francisco (*in memoriam*), Romão (*in memoriam*),

Maria e Wanda...

Aos meus pais Francisco e Tamara...

Ao Professor Iran Borges...

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre ao meu lado, guiando meu passos.

Aos animais que doaram suas vidas para realização deste trabalho.

Aos meus pais, Francisco e Tamara e meus irmãos, Flávia e Francisco, pelo amor e apoio incondicional.

A toda minha família por estar sempre ao meu lado e me mostrar que as dificuldades são sempre superadas.

Ao Marco, pelo amor, amizade e compreensão.

A Camila, Sofia e Suellen, pela amizade verdadeira.

Ao Professor Iran Borges pela amizade, carinho, confiança e acima de tudo por todos os ensinamentos que vão muito além da profissão.

A Professora Izabelle Auxiliadora Molina Almeida Teixeira pela confiança, amizade e por toda orientação durante a realização deste trabalho.

Ao Professor Kléber Tomas de Resende e à Professora Telma Teresinha Berchielli por toda colaboração e ensinamentos.

Aos professores do Departamento de Zootecnia da UNESP / Jaboticabal que muito contribuíram para a minha formação profissional.

Aos funcionários Carlos e Júnior do setor de caprinos e João do setor de ovinos por toda a ajuda dispensada durante a realização do trabalho de campo.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Ana Paula Sader, Juliana Duarte e Orlando Agostini, por toda ajuda durante a realização das análises laboratoriais.

Ao Professor Norman St – Pierre pelos valiosos ensinamentos referentes à estatística.

Ao pessoal da “Cabritolândia” pela amizade e colaboração durante a realização deste trabalho.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de estudos.

Muito obrigada...

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS E FIGURAS.....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xiii
RESUMO.....	xv
SUMMARY.....	xvi
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. CRESCIMENTO ANIMAL	2
3. COMPOSIÇÃO CORPORAL E COMPOSIÇÃO DO GANHO EM PESO	4
4. EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS	10
4.1 EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA PARA MANTENÇA E GANHO.....	13
4.2 EXIGÊNCIAS DE ENERGIA PARA MANTENÇA E GANHO	14
5. REFERÊNCIAS.....	17
CAPÍTULO 2 - EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS EM PROTEÍNA PARA CRESCIMENTO DE CABRITAS SAANEN DOS 30 AOS 45 KG.....	26
1. INTRODUÇÃO	26
2. MATERIAL E MÉTODOS	27
2.1 EXPERIMENTO 1 – ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIA DE PROTEÍNA PARA GANHO EM PESO.....	28
2.1.1 Animais.....	28
2.1.2 Dieta experimental.....	28
2.1.3 Procedimentos de abate e amostragem.....	29
2.1.4 Análises laboratoriais	30
2.1.5 Composição corporal.....	31
2.1.6 Composição do ganho em peso e exigência de proteína para ganho em peso.....	31

2.1.7	Análise estatística.....	32
2.2	EXPERIMENTO 2 – EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA PARA MANUTENÇÃO	33
2.2.1	Animais.....	33
2.2.2	Dieta experimental.....	33
2.2.3	Ensaio de digestibilidade.....	34
2.2.4	Procedimentos de abate e amostragem.....	34
2.2.5	Análises laboratoriais	34
2.2.6	Exigência de proteína para manutenção	35
2.2.7	Análise estatística.....	36
3.	RESULTADOS.....	37
3.1	COMPOSIÇÃO CORPORAL, COMPOSIÇÃO DO GANHO EM PESO E EXIGÊNCIA DE PROTEÍNA PARA GANHO EM PESO CORPORAL.	37
3.2	EXIGÊNCIA DE PROTEÍNA PARA MANUTENÇÃO	39
3.3	MODELO PARA ESTIMAR A EXIGÊNCIA TOTAL DE PROTEÍNA LÍQUIDA PARA CRESCIMENTO DE CABRITAS SAANEN	43
4.	DISCUSSÃO	44
4.1	COMPOSIÇÃO CORPORAL, COMPOSIÇÃO DO GANHO EM PESO E EXIGÊNCIA DE PROTEÍNA PARA GANHO EM PESO CORPORAL.	44
4.2	ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE, DESEMPENHO E EXIGÊNCIA DE PROTEÍNA PARA MANUTENÇÃO.	46
4.2.1	Ensaio de digestibilidade.....	46
4.2.2	Desempenho e exigência de proteína para manutenção	46
5.	CONCLUSÕES.....	50
6.	REFERÊNCIAS.....	51
CAPÍTULO 3 - EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS EM ENERGIA PARA CRESCIMENTO DE CABRITAS SAANEN DOS 30 AOS 45 KG.....		57
1.	INTRODUÇÃO	56

2. MATERIAL E MÉTODOS	57
2.1 EXPERIMENTO 1 – ESTIMATIVAS DA COMPOSIÇÃO CORPORAL E DAS EXIGÊNCIAS DE ENERGIA PARA GANHO EM PESO	57
2.1.1 Animais.....	57
2.1.2 Dieta experimental.....	58
2.1.3 Procedimentos de abate e amostragem	59
2.1.4 Análises laboratoriais	59
2.1.5 Composição corporal.....	60
2.1.6 Composição do ganho em peso e exigência de energia para ganho em peso.....	61
2.1.7 Análise estatística.....	61
2.2 EXPERIMENTO 2: EXIGÊNCIAS DE ENERGIA PARA MANTENÇA.....	62
2.2.1 Animais.....	62
2.2.2 Dieta experimental.....	63
2.2.3 Ensaio de digestibilidade.....	63
2.2.4 Procedimentos de abate e amostragem.....	64
2.2.5 Análises laboratoriais	64
2.2.6 Exigência de energia para manutenção	65
2.2.7 Análise estatística.....	66
3. RESULTADOS.....	67
3.1 COMPOSIÇÃO CORPORAL, COMPOSIÇÃO DO GANHO EM PESO E EXIGÊNCIA DE ENERGIA PARA GANHO EM PESO CORPORAL	67
3.2 EXIGÊNCIA DE ENERGIA PARA MANTENÇA	68
3.3 MODELO PARA ESTIMAR A EXIGÊNCIA TOTAL DE ENERGIA LÍQUIDA PARA CRESCIMENTO DE CABRITAS SAANEN	72
4. DISCUSSÃO.....	73
4.1 COMPOSIÇÃO CORPORAL, COMPOSIÇÃO DO GANHO EM PESO E EXIGÊNCIA DE ENERGIA PARA GANHO EM PESO CORPORAL.	73

4.2 ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE, DESEMPENHO E EXIGÊNCIA DE ENERGIA PARA MANTENÇA.....	75
4.2.1 Ensaio de digestibilidade.....	75
4.2.2 Desempenho e exigência de energia para manutenção	76
5. CONCLUSÕES	78
6. REFERÊNCIAS.....	79
CAPÍTULO 4 - IMPLICAÇÕES	83

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

CAPÍTULO 2 - EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS EM PROTEÍNA PARA CRESCIMENTO DE CABRITAS SAANEN DOS 30 AOS 45 KG.....	26
Tabela 1. Médias dos valores de mínima e máxima temperatura e umidade relativa do ar durante o período experimental.	27
Tabela 2. Composição química da dieta experimental, com base na matéria seca (% MS).....	29
Tabela 3. Composição corporal de cabritas Saanen abatidas aos 30, 38 e 45 kg de peso corporal.....	38
Tabela 4. Composição corporal e composição corporal do ganho em peso em proteína de cabritas Saanen em crescimento, com peso corporal variando de 30 a 45 kg.....	38
Tabela 5. Exigência líquida de proteína para ganho em peso corporal (PL_g) de cabritas Saanen em crescimento.....	39
Tabela 6. Desempenho e composição corporal final de cabritas Saanen em crescimento submetidas à restrição alimentar.....	40
Tabela 7. Médias e erro padrão para o peso corporal (PC) durante o ensaio de digestibilidade, coeficientes de digestibilidade da matéria seca (DMS) e da proteína bruta (DPB) e balanço de nitrogênio de cabritas Saanen em crescimento submetidas à restrição alimentar.....	41
Figura 1. Relação entre retenção de nitrogênio ($g/kg^{0,75}$ PCV/dia) e ingestão de nitrogênio ($g/kg^{0,75}$ PCV/dia), em cabritas Saanen com peso corporal variando de 30 a 45 kg.....	42
Figura 2. Relação entre retenção de nitrogênio ($g/kg^{0,75}$ PCV/dia) e ingestão de nitrogênio digestível ($g/kg^{0,75}$ PCV/dia), em cabritas Saanen com peso corporal variando de 30 a 45 kg.	43
Tabela 8. Exigência total de proteína líquida de cabritas Saanen em crescimento, para ganho de 100 g/dia, estimados pelo somatório das exigências encontradas (manutenção + ganho) e utilizando o modelo gerado	44

CAPÍTULO 3 - EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS EM ENERGIA PARA CRESCIMENTO DE CABRITAS SAANEN DOS 30 AOS 45 KG.....	57
Tabela 1. Médias dos valores de mínima e máxima temperatura e umidade relativa do ar durante o período experimental.	58
Tabela 2. Composição química da dieta experimental, com base na matéria seca (% MS).....	59
Tabela 3. Composição corporal final de cabritas Saanen abatidas aos 30, 38 e 45 kg de peso corporal.....	68
Tabela 4. Composição corporal e composição corporal do ganho em peso em energia de cabritas Saanen em crescimento, com peso corporal variando de 30 a 45 kg.....	69
Tabela 5. Exigência de energia líquida para ganho em peso corporal (EL_g) para cabritas Saanen em crescimento.	69
Tabela 6. Composição corporal de cabritas Saanen em crescimento submetidas à restrição alimentar.....	70
Tabela 7. Médias e erro padrão para o peso corporal (PC), consumo de matéria seca (CMS) e energia bruta (CEB), energia bruta (EB) das fezes e urina, coeficientes de digestibilidade da matéria seca (DMS) e energia bruta (DEB), energia dos produtos gasosos (EPG), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) e metabolizabilidade (q_m), obtidos durante o ensaio de digestibilidade de cabritas Saanen em crescimento submetidas à restrição alimentar.	71
Figura 1. Relação entre o logaritmo da produção de calor ($kcal/kg^{0,75}PCV/dia$) e ingestão de energia metabolizável ($kcal/kg^{0,75}PCV/dia$), em cabritas Saanen com peso corporal variando de 30 a 45 kg	72
Tabela 8. Exigência total de energia líquida de cabritas Saanen em crescimento, para ganho de 100 g/dia, obtidos pelo somatório das exigências estimadas (manutenção + ganho) e obtidos pelo modelo gerado.	73

LISTA DE ABREVIATURAS

BN	Balanço de nitrogênio
CEB	Consumo de energia bruta
CMS	Consumo de matéria seca
DEB	Digestibilidade da energia bruta
DMS	Digestibilidade da matéria seca
DPB	Digestibilidade da proteína bruta
EB	Energia bruta
ED	Energia digestível
EE	Extrato etéreo
EFP	Excreção fecal de proteína
EL _g	Exigência de energia líquida para ganho
EL _m	Exigência de energia líquida para manutenção
EL _t	Exigência total de energia líquida
EM	Energia metabolizável
EM _g	Exigência de energia metabolizável para ganho
EM _m	Exigência de energia metabolizável para manutenção
EPG	Energia dos produtos gasosos
EUP	Excreção de proteína endógena urinária
FDA	Fibra insolúvel em detergente ácido
FDN	Fibra insolúvel em detergente neutro
GP	Ganho de peso
GPCV	Ganho em peso de corpo vazio
k _{eg}	Eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho
K _{em}	Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção
K _{pg}	Eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho
K _{pm}	Eficiência de utilização da proteína metabolizável para manutenção
MM	Matéria mineral
MO	Matéria orgânica

MS	Matéria seca
NDP	Perda de nitrogênio por descamação da pele
PB	Proteína bruta
PD	Proteína digestível
PC	Peso corporal
PC _{inicial}	Peso corporal inicial
PCJ	Peso corporal em jejum
PCJ _{inicial}	Peso corporal em jejum inicial
PCV	Peso de corpo vazio
PCV _{inicial}	Peso de corpo vazio inicial
PG	Produtos gasosos da digestão
PL _g	Exigência de proteína líquida para ganho
PL _m	Exigência de proteína líquida para manutenção
PL _t	Exigência total proteína líquida
PM _g	Exigência de proteína metabolizável para ganho
PM _m	Exigência de proteína metabolizável para manutenção
q _m	Metabolizabilidade
Ve _g	Valor energético do ganho
TGI	Trato gastrintestinal

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS PARA CABRITAS SAANEN CRESCIMENTO DOS 30 AOS 45 KG

RESUMO – O objetivo deste estudo foi determinar pelo método de abate comparativo as exigências líquidas em proteína e energia para crescimento de cabritas Saanen com peso corporal variando dos 30 aos 45 kg. Para tal, foram utilizados 30 animais, dos quais seis animais foram abatidos no início do experimento para a estimativa da composição corporal inicial, outros seis animais foram abatidos quando atingiram peso médio de 38 kg e, foram utilizados para a estimativa da composição corporal intermediária. Os demais animais foram distribuídos aleatoriamente em seis grupos de três animais, sendo um animal por nível de restrição alimentar (0% de restrição ou alimentação à vontade, 30 e 60% de restrição). Cada grupo foi considerado como bloco e, os animais de cada grupo foram abatidos quando o animal do nível de 0% de restrição atingiu 45 kg de PC. Os animais alimentados à vontade (abate inicial, intermediário e 0% de restrição) foram utilizados para a estimativa da composição corporal e da composição do ganho. Para a estimativa das exigências de manutenção foram utilizados os animais submetidos aos tratamentos 0, 30 e 60% restrição. A exigência líquida em proteína e energia para manutenção foi estimada em $2,12 \text{ g PL}_m/\text{kg}^{0,75} \text{ PC/dia}$ e $88,74 \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PC/dia}$, respectivamente. A exigência líquida em proteína e energia para ganho em peso variou entre 11,47 e 10,81 g/ 100 g de ganho de peso corporal e entre 357 e 485 kcal/ 100 g de ganho de peso corporal. A exigência líquida em proteína e energia total para crescimento de cabritas Saanen pode ser estimada pelos respectivos modelos, $\text{PL}_t = (2,5 * \text{PCV}^{0,75}) + (197,01 * \text{PCV}^{-0,12} * \text{GP})$ variando 40,52 a 52,41 g/100 g de ganho/dia e, $\text{EL}_t = (104,71 * \text{PCV}^{0,75}) + (639,99 * \text{PCV}^{0,59} * \text{GP})$ variando de 1577,36 a 2229,29 kcal/100 g de ganho/dia à medida que o peso corporal dos animais aumentou de 30 para 45 kg.

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

REQUIREMENTS FOR GROWTH OF FEMALE SAANEN GOAT KIDS FROM 30 TO 45 KG

SUMMARY – The objective of this study was to determine by the comparative slaughter the protein and energy requirements for growth of female Saanen goat kids. A total of 30 female goats with initial body weight of 30 kg were used, in which six animals were slaughtered at beginning of the experiment (baseline animals), another six animals were slaughtered when they reached 38 kg of body weight (intermediate slaughter). The remainder was randomly allocated randomly in six groups of three animals (0% of feed restriction or ad libitum and restricted to 30 or 60% of thread libitum intake) and each group was considered a block. .The animals of each group were slaughtered when the animal in the 0% feed restriction reached 45 kg of body weight. Animals fed ad libitum (initial, intermediate and final slaughter, 0% of feed restriction) were used to estimate body composition and net requirements for gain. To estimate maintenance requirements were used the animals fed 0, 30 and 60% of feed restriction. Net protein and energy requirements for maintenance were 2,12 g of net protein/kg^{0,75} BW/day e 88,74 kcal/kg^{0,75}BW/day, respectively. Net protein and energy requirements for gain ranged from 11,47 to 10,81 g/ 100 g of body weight gain and 357 to 485 kcal/100 g of body weight gain, respectively. The total net protein and energy requirement were estimated by the followed models, Total net protein = $(2,5 * PCV^{0.75}) + (197,01 * EBW^{-0,12} * BWG)$, which ranged from 40,52 to 52,41 g/100 g of body weight gain/day, and Total net energy = $(104,71 * PCV^{0.75}) + (639,99 * EBW^{0,59} * BWG)$, which ranged from 1577,36 to 2229,20 kcal/100 g of body weight gain/day, as the animals' body weight increased from 30 to 45 kg.

Key Words: body composition, comparative slaughter, digestibility, goats, net requirement

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

O rebanho caprino mundial possui, de acordo com o último censo, 867,9 milhões de cabeças, a maior parte concentrada nos países africanos e asiáticos (FAOSTAT, 2009). O Brasil com aproximadamente 9,16 milhões de cabeças participa com 1,6% deste efetivo (IBGE, 2009).

Mesmo estando concentrada no Nordeste a exploração caprina vem despertando interesse nas demais regiões do país, visando atender aos mercados de carne, leite e derivados. Os dados apresentados pelo IBGE (2009) mostram que houve uma queda de 2,56% da população caprina na região nordeste em relação a 2008 e as regiões sul, sudeste, norte e centro-oeste apresentaram um crescimento de 5,6%, 2,51%, 0,86% e 2,17%, respectivamente. Além disto, observa-se aumento pelo interesse sob o aspecto científico, sendo o Brasil o quinto país que mais publica artigos relacionados a caprinos (RESENDE et al., 2010), e grande parte destes estudos estão relacionadas à nutrição.

Neste contexto, sabe-se que a alimentação constitui a base de qualquer sistema de produção, e para que os animais expressem o seu potencial de produção é necessário o fornecimento de dietas que atendam às necessidades dos animais.

No Brasil, o balanceamento das dietas é feito com base nas recomendações preconizadas pelos boletins internacionais como o *Agricultural and Food Research* (AFRC) e *National Research Council* (NRC), entre outros, desenvolvidos em países de clima temperado e com animais de raças e composição corporal diferentes, motivo pelo qual muitas vezes o animal não consegue expressar o seu potencial para produção. Portanto, são necessários estudos relativos às exigências nutricionais para os animais aqui criados.

Alguns estudos relativos às exigências nutricionais de caprinos nas condições brasileiras foram desenvolvidos, entretanto, a maioria dos trabalhos foi realizada com machos e contemplam principalmente a fase inicial de crescimento (RESENDE, 1989; MEDEIROS, 2001; FERNANDES et al. 2007, ALVES et al., 2008).

Quando nos referimos a fêmeas caprinas em crescimento, não foram encontrados trabalhos relacionados às exigências nutricionais desta categoria animal. Segundo SUSIN et al. (1996), a adoção de um plano nutricional adequado aumenta o número de fêmeas para reposição na idade e peso desejado, melhora as taxas de crescimento e reduz índices de mortalidade.

Assim, são necessários estudos mais específicos sobre as exigências nutricionais de fêmeas caprinas em todas as fases de crescimento criadas nas diversas condições do Brasil, para o estabelecimento de um plano nutricional que permita a formulação de dietas mais eficientes e com custo mínimo.

2. Crescimento animal

O crescimento não é um processo uniforme, visando apenas a transformação de um embrião em um animal adulto, mas uma série de adaptações às necessidades atuais e futuras do animal (LAWRENCE e FOWLER, 1997; ALMEIDA, et al., 2001). OWENS et al. (1993) definiram o crescimento como sendo a produção de novas células e, segundo estes autores, embora o crescimento seja tipicamente mensurado como um aumento da massa corporal, não inclui somente a multiplicação de células (hiperplasia) mas também o alargamento (hipertrofia), a deposição de tecido adiposo e a incorporação de componentes específicos do ambiente.

Os principais fatores que podem afetar as taxas de crescimento dos animais são o peso ao nascer, tipo de nascimento, sexo, tamanho à maturidade, além dos fatores nutricionais, hormonais, ambientais e de manejo.

O peso ao nascer é um indicativo importante na eficiência produtiva dos cabritos (OLIVEIRA, 2007), e trata-se de um reflexo não apenas dos aspectos genéticos, mas, sobretudo das condições ambientais disponíveis à cabra durante a gestação, principalmente no que diz respeito às questões nutricionais. O atendimento dos requisitos nutricionais das cabras no terço final da gestação, período que ocorre maior desenvolvimento fetal (75%) e a produção de colostro, é de fundamental importância para garantir o nascimento de cabritos pesados, boa transferência de imunidade passiva e ganho de peso adequado durante o crescimento animal.

A influência do tipo de nascimento sobre a variação do peso ao nascer e nas demais idades foi verificada em estudos com caprinos e ovinos (SANTANA et al., 1996), sendo que os animais oriundos de nascimento simples são mais pesados que aqueles provenientes de nascimentos múltiplos.

Com relação ao sexo, sabe-se que devido a questões genéticas que machos apresentam, na maioria dos casos, maior crescimento com relação às fêmeas (GOMES, 2008) e, os teores de deposição muscular também variam entre os sexos (DEAMBROSIS, 1972). Uma possível razão para a superioridade dos machos seria o hormônio masculino testosterona, que promove crescimento muscular e esquelético, determinando carcaças mais magras e com maior musculatura nos machos inteiros em relação às fêmeas (JACOBS et al., 1972; GOMES, 2008).

O tamanho à maturidade é considerado como o ponto em que a massa corporal atinge seu crescimento máximo, ou seja, a máxima hipertrofia das células do tecido muscular com consequente aumento do tecido adiposo. Embora seja determinado geneticamente, pode ser alterado por fatores nutricionais, hormonais e ambientais (OWENS, et al., 1993). Os diferentes tamanhos à maturidade em diferentes raças são devidos a diferenças do tamanho do esqueleto e do número de células musculares (OWENS et al., 1993).

Através da nutrição é possível alterar a curva de crescimento dos animais sendo que os efeitos irão variar em função do grau e do tempo de manipulação

(GERASSEV, 2003). Quando o aporte nutritivo durante o crescimento é escasso, os componentes corporais, cabeça, coração, pulmão e ossos utilizam maior parte destes nutrientes e, em consequência, o animal sofre uma inibição do desenvolvimento dos constituintes corporais, como a musculatura e o tecido adiposo (CARVALHO, 2005).

De acordo com OWENS et al. (1993), liberação de hormônios específicos e a ação dos fatores de crescimento está intimamente relacionada a fatores genéticos, ambientais e, principalmente nutricionais, podendo afetar as taxas de crescimento

CARVALHO (2005) relatou que uma restrição alimentar severa em um animal muito jovem, ocasiona uma redução na produção e liberação do hormônio de crescimento (GH), a qual, em parte, é a causa permanente da divisão celular que, em consequência, pode afetar o crescimento do animal de forma definitiva. Segundo este mesmo autor, restrições alimentares menos severas não afetam a concentração de GH no plasma, mais sim a produção de certos peptídeos, denominados IGFs, que são secretados pelo fígado e que se restauram a níveis normais durante a realimentação.

Dentre os fatores ambientais e de manejo que influenciam o crescimento animal pode-se citar a temperatura ambiente, comprimento do dia, parasitas, doenças, competição e exercícios. Estes fatores influenciam o tamanho de órgãos específicos e o sítio de deposição de lipídeos durante o crescimento e a maturidade (OWENS et al., 1993).

3. Composição corporal e composição do ganho em peso

O termo composição corporal diz respeito à composição química ou física de todo o corpo do animal ou de parte dele (por exemplo, carcaça) (GREENHALGH, 1986).

A composição química corporal refere-se às concentrações ou quantidades de água, gordura, proteína e minerais (BAIÃO, 2006). Os teores de carboidratos são baixos e relativamente constantes (0,7% na matéria seca) e, por isso, não são considerados (TEIXEIRA, 2004). A composição física refere-se às concentrações ou quantidades de tecido muscular, ósseo e adiposo presentes no corpo dos animais.

RESENDE et al. (2005) salientou que a composição de todo o corpo é aquela relacionada à composição do corpo vazio, o qual é encontrado pela diferença entre o peso corporal e o peso dos conteúdos do trato gastrointestinal e da bexiga.

O conhecimento da composição corporal é de grande importância em estudos de nutrição animal uma vez que esta é utilizada na avaliação de alimentos e na estimativa de exigências nutricionais dos animais. Além disto, por meio da composição corporal é possível avaliar o potencial de crescimento dos animais utilizados nos diferentes sistemas de produção e, verificar as modificações na composição do ganho em função de diversos fatores como raça, sexo, peso e composição da dieta (RESENDE, 2004).

Alguns fatores podem influenciar a composição corporal dos animais e, conseqüentemente na quantidade e local de deposição de nutrientes nos tecidos, dentre eles: os fatores genéticos, fisiológicos e nutricionais.

A diferença mais óbvia entre diferentes genótipos é o tamanho à maturidade (WEBSTER, 1986; TEIXEIRA, 2004). Animais de grande porte apresentam maior peso à maturidade e a fase de acúmulo rápido de gordura ocorre a um peso mais elevado. Comparando animais de portes diferentes a um mesmo peso, o de maior porte não será tão maduro como o de menor tamanho e terá menor acúmulo de gordura (ALMEIDA et al., 2001).

Os hormônios são os que mais exercem influência sob os fatores fisiológicos. A liberação destes pode ser mediada por alguns fatores tais como, sexo, grau de maturidade e manipulações do ambiente interno (por exemplo, utilização de hormônios exógenos) e externo (por exemplo, o fotoperíodo).

Com relação aos fatores nutricionais, sabe-se que a composição corporal de qualquer animal, em qualquer idade, peso ou estágio de maturidade pode ser influenciada tanto pela qualidade quanto pela quantidade de alimento oferecido (WEBSTER, 1986). O ganho de peso e a quantidade de gordura e proteína depositada no corpo do animal podem ser afetados pela ingestão de alimentos. Animais em bom estado corporal ganham menos peso e depositam mais gordura que animais fracos que, previamente, tenham passado por uma restrição nutricional (CARVALHO, 2005). Entretanto, restrições alimentares mais severas podem afetar o desenvolvimento do tecido magro, assim como o tamanho do animal e, conseqüentemente estes podem depositar mais gordura durante a realimentação.

Vários métodos são utilizados na determinação da composição corporal, os quais podem ser divididos em métodos diretos e indiretos. O método direto tem sido proposto para estimar a composição química dos componentes ou de todo o corpo, ou estimar a composição tecidual da carcaça animal (RESENDE, 1989; CARVALHO et al., 1998; MEDEIROS, 2001). Esta metodologia tem sido apontada como a forma mais precisa e confiável de avaliar a composição corporal (TEIXEIRA, 2004). 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.

Os métodos indiretos são classificados em destrutivos e não destrutivos. Como método indireto destrutivo pode-se citar a gravidade específica da carcaça e a gravidade específica da seção da 9 - 11ª costelas (TEIXEIRA, 2004; COSTA e SILVA et al, 2009). Como metodologia indireta não destrutiva pode-se citar a ultrasonografia, tomografia computadorizada, condutividade elétrica do corpo, impedância bioelétrica, métodos de diluição utilizando óxido de deutério, espaço de água tritiada e uréia, entre outros (SUGISAWA et al., 2006; BAKER et al., 2006; TEIXEIRA, 2008; RESENDE, 1989; BROWN e TAYLOR, 1986).

A escolha do método para predição da composição corporal deve ser pautada em diversos fatores como: custo, facilidade de tomada das medidas e

acurácia da predição entre animais, independente do sexo, idade ou regime alimentar e, todo método de avaliação indireto deve ser desenvolvido ou aferido, comparando-o com o método direto (RESENDE, 1989; FERNANDES, 2006).

A composição corporal pode ser estimada a partir de equações de predição da quantidade dos nutrientes por kg de peso de corpo vazio (PCV), que podem ser obtidas por meio da equação alométrica logaritmizada da quantidade do nutriente presente no corpo vazio, em função do PCV:

$$\log_{10} y = a + b \log_{10} PCV, \text{ em que:} \quad [1]$$

$\log_{10}(y)$ = logaritmo da quantidade total de nutriente no corpo vazio(g);

a = intercepto da equação de predição da composição corporal;

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

$\log_{10}PCV$ = logaritmo do peso de corpo vazio (kg).

Através da composição corporal em diferentes idades e/ou pesos é que se determina a composição do ganho em peso, que, relaciona a quantidade do nutriente ingerida e suas deduzidas perdas (MEDEIROS, 2001). Para determinação da composição do ganho em peso, é adotada a técnica do abate comparativo, descrita por LOFGREEN e 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. 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 (FERNANDES, 2006).

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 cinco

até 45 kg de peso corporal (FERNANDES, 2006). Entretanto, os dados presentes até o momento contemplam principalmente a fase inicial de crescimento e, foram realizados com machos.

Na literatura nacional são escassos os estudos referentes à composição corporal de fêmeas caprinas em crescimento, sendo necessários mais estudos dada a importância destes animais nos sistemas de produção.

RESENDE (1989) trabalhando com caprinos machos, oriundos do cruzamento de fêmeas SRD e machos das raças Alpina ou Toggenburg, com peso corporal (PC) variando de cinco a 25 kg, observou que para os animais de cinco kg de PC a composição corporal foi de 71,5 % de água, 17,8% de proteína, 5,1% de gordura, 1,5 Mcal por kg / MN e, para os animais com 25 kg de PC os teores de água, proteína, gordura, energia foram de 64,5%, 20,7%, 9,1%, 2,0 Mcal / kg PCV, respectivamente. A composição de ganho em peso (kg PC) obtida por este mesmo autor foi: 147 e 172 g de proteína; 51 e 86 g de gordura; e, 1,3 e 1,8 Mcal/kg MN.

ALVES et al. (2008) determinaram a composição corporal de caprinos da raça Moxotó, machos e com peso corporal variando de 15 a 25 kg e, encontraram valores de médios de 64,9 % de água, 10,58 % de gordura, 20,47 % de proteína e 4,27 % de cinzas. Segundo estes autores, houve uma redução no teor de água no corpo dos animais à medida que o peso corporal aumentou uma vez que, a proporção de água no corpo do animal é inversamente proporcional à de gordura.

FERREIRA (2003) determinou por meio do abate comparativo a composição corporal de caprinos da raça Saanen machos, castrados com peso corporal variando de 20 a 35 kg e, verificou que a composição corporal em função dos diferentes pesos de corpo vazio variou de 68,4 a 58,4% de água, 8,9 a 18,1% de gordura, 17,6 a 18,5% de proteína e 1,83 a 2,70 Mcal/kg para animais com 16,71 a 28,1 kg de peso de corpo vazio. A composição do ganho em peso em proteína, não variou em função do aumento do PCV ficando em 226,7 g/kg GPCV e, a concentração de energia no corpo vazio variou de 1832,50 a 2711,06 kcal/kg PCV.

BAIÃO (2006) trabalhando com cordeiras mestiças procedentes do cruzamento, entre as raças Santa Inês, Bergamácia, Texel e Ile de France X Santa Inês, com peso corporal variando de 15 a 45 kg observou que as fêmeas independentemente dos grupos genéticos as quais pertencem, nos pesos estudados de 15, 25, 35 e 45 Kg PV, apresentaram um aumento na concentração de matéria seca e gordura corporal, acompanhado de aumento no teor energético em função do aumento do peso vivo e decréscimo na concentração de proteína corporal.

Sabe-se que animais em crescimento depositam diferentes tecidos de acordo com a fase de crescimento em que se encontram, havendo proporcionalmente uma maior deposição de proteína e minerais (formação muscular e óssea) quando mais jovens, e maior deposição de gordura (acúmulo de reservas) à medida que a idade avança, até o ponto em que atingem a maturidade química, indicada pela estabilização nas características de deposição dos tecidos (FERREIRA et al., 1998).

Com relação ao crescimento e a deposição de tecidos (ganho de peso) existem diferenças entre machos inteiros, machos castrados e fêmeas, principalmente na a quantidade de gordura depositada, que é menor nos machos inteiros, intermediário nos castrados e maior nas fêmeas (SAINZ, 1996).

O ARC (1980), no que se refere à quantidade de gordura e energia, cita que existe diferença tanto entre raças como entre sexos, ressaltando que a quantidade de gordura e energia são inferiores nos ovinos machos inteiros, quando comparados com machos castrados e fêmeas.

Ainda, segundo o ARC (1980), à medida que a idade avança, ocorre aumento no conteúdo de gordura e decréscimo na proteína no corpo e no ganho em peso. Ao comparar a concentração corporal em proteína de animais Merinos e não Merinos machos inteiros, castrados e fêmeas, esse comitê determinou em termos da composição de proteína, que os tipo raciais são similares, existindo diferença apenas entre sexo, uma vez que machos inteiros e castrados apresentam maior conteúdo proteico que fêmeas. Quanto à gordura, existem

diferenças entre raças e sexos, decrescendo na seguinte ordem: machos Merino castrados, fêmeas, machos castrados e machos inteiros não Merinos.

CARVALHO (1998) verificou que para o conjunto de cordeiros (cruzas Texel X Ideal) castrados, não castrados e fêmeas, abatidos aos 100 dias de idade, a composição corporal (g/kg PCV) para gordura se elevou de 44,7 a 299,10 e para proteína, de 149,64 a 189,74, respectivamente, para os pesos de corpo vazio de cinco e 30 kg. O conteúdo de gordura do ganho de peso (g/kg de ganho de peso corporal vazio) foi de 92,19 e 505,52 para os mesmos animais supracitados.

Em função das diferenças existentes entre as espécies, com relação à composição corporal e a composição em ganho de peso, e devido à escassez de dados sobre estas variáveis no tocante a caprinocultura, são necessários mais estudos com fêmeas caprinas nas diferentes fases de crescimento e nas diversas condições do Brasil.

4. Exigências nutricionais

Exigência nutricional é definida como a quantidade de um nutriente que deve ser fornecido na ração para atender as necessidades de um animal normal e saudável em um ambiente compatível com a boa saúde. As necessidades do animal são interpretadas como sendo as quantidades requeridas de um nutriente para atender um determinado nível de produção (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

No Brasil são poucos os dados referentes às exigências nutricionais de caprinos. Para formulação adequada de rações tem-se utilizado resultados obtidos com caprinos de raças européias, geralmente criados em regiões de clima e de temperatura diferente (ALVES et al., 2008). Estudos tem demonstrado que em regiões temperadas, os caprinos apresentam menores requerimentos de manutenção e melhor eficiência digestiva e metabólica na utilização da energia da

dieta, que animais criados e adaptados ao ambiente quente (NARJISSE, 1992; MEDEIROS, 2001).

Para os cálculos de rações, utiliza-se de tabelas provenientes de outros países como, por exemplo, *National Research Council* (NRC 1981 e 2006), *Agricultural and food research council* (AFRC, 1993, 1998) e outros, onde as condições climáticas, os alimentos utilizados e os animais apresentam características diferentes daqueles aqui encontrados. Por estes fatores adversos, associados ao fato de que muitos dos valores preconizados são extrapolados de dados obtidos com outras espécies animais, como ovinos, bovinos, inúmeros trabalhos tem demonstrado que existem diferenças entre as espécies. Possivelmente, estas devem ser as razões para as diferentes taxas de ganho de peso de animais quando estas recomendações são utilizadas na elaboração de rações (TEIXEIRA, 2004; ALVES et al., 2008).

Devido à escassez de dados referentes à composição corporal e exigências nutricionais de caprinos vários pesquisadores no Brasil vêm estudando os requerimentos nutricionais destes animais nos últimos anos (RESENDE, 1989; SORENSEN, 1992; RIBEIRO, 1995; SOUSA, 1997; MEDEIROS, 2001; FERREIRA, 2003; TEIXEIRA, 2004; ALVES, 2006; FERNANDES, 2006). Entretanto, os poucos dados existentes contemplam apenas a fase inicial de crescimento e um único gênero, sendo ausentes estudos relativos às fêmeas em crescimento.

Os primeiros sistemas de recomendação nutricional utilizaram relações entre as quantidades de um nutriente e o desempenho animal e, as exigências eram definidas a partir da quantidade do nutriente necessário para maximizar o desempenho animal ou a eficiência da utilização dos alimentos. Essas relações empíricas tem a utilização bastante limitada, pois à medida que os animais, alimentos, ou quaisquer condições ambientais são alterados, essas relações tendem a ser inválidas (BOIN, 1985; COSTA, 1996; BAIÃO, 2006).

As estimativas das exigências obtidas por meio de ensaios de alimentação receberam a partir de 1965 um enfoque diferente, quando o ARC (1965) propôs a

aplicação do método fatorial para o cálculo das exigências mínimas (BAIÃO, 2006).

O método fatorial tem sido adotado como o mais adequado para estimativa das exigências nutricionais (TEIXEIRA, 2004). Baseia-se no princípio de que a exigência em energia ou nutrientes do animal é a quantidade a ser fornecida para sua manutenção, crescimento proteico, engorda e produção (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007) e, fraciona as exigências líquidas em seus diversos componentes: exigência de manutenção, exigência de ganho, produção, gestação e lactação (ARC, 1980).

As exigências de manutenção de um animal são definidas como a quantidade de nutrientes ou energia necessários para que os processos vitais do organismo permaneçam normais, incluindo a reposição de 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 (ARC, 1980). Os gastos energéticos para atividade física e manutenção da temperatura corporal fazem parte da manutenção, assim deve ocorrer um balanço entre a produção e a perda de calor (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

Os requisitos de manutenção podem ser afetados pela idade, tamanho, crescimento, gestação, lactação, meio ambiente (temperatura, umidade, radiação solar, velocidade do vento), atividade muscular e relação com outros nutrientes. Além disso, o metabolismo basal varia com a raça do animal e, conseqüentemente as exigências para manutenção diferem entre as raças (BLAXTER, 1962). Embora as exigências de manutenção possam ser consideradas uma condição teórica, é necessário considerar as exigências de manutenção separadamente daquelas para produção (TEIXEIRA, 2004).

4.1 Exigências de proteína para manutenção e ganho

As proteínas são complexos orgânicos, principal constituinte do organismo animal, que exercem inúmeras funções, como formação e manutenção de tecidos, contração muscular, transporte de nutrientes, e na estrutura de hormônios e enzimas. A deficiência prolongada de proteína na dieta pode diminuir os estoques desta no sangue, no fígado e nos músculos, predispondo os animais a várias doenças, além de reduzir a eficiência de utilização dos alimentos em razão de alterações nas funções ruminais (RESENDE et al., 1996)

Vários são fatores que afetam as exigências de proteína para caprinos, dentre eles: sexo, raça ou grau de sangue, taxa de crescimento, estado fisiológico, condições ruminais, composição corporal e o tipo de dieta utilizada. Além desses fatores, o NRC (1981) também considera como importante fonte de variação das exigências de proteína de caprinos, o grau de atividade física exercida pelo animal.

O requerimento de proteína líquida de manutenção é igual ao nitrogênio metabólico fecal, nitrogênio urinário endógeno e ao nitrogênio dos pêlos e das secreções da pele. A quantificação dessas perdas é relativamente difícil, principalmente em relação às perdas metabólicas fecais, uma vez que é necessário separar as perdas microbianas nas fezes das verdadeiras perdas metabólicas fecais, o que exige um procedimento mais trabalhoso (PAULINO et al., 2004).

O que tem sido realizado no Brasil para estimar as perdas endógenas é a plotagem de equações de regressão de consumo de N ($\text{g/kg PC}^{0,75}/\text{dia}$) em função da retenção de N ($\text{g/kg PC}^{0,75}/\text{dia}$) (REGADAS FILHO, 2009). A exigência líquida de proteína para manutenção será igual à retenção negativa de proteína quando a ingestão de proteína for extrapolada para zero (TEIXEIRA, 2004).

Para determinação da exigência líquida de proteína para ganho, utiliza-se a técnica do abate comparativo (LOFGREEN e GARRET, 1968). Sendo necessário,

portanto, a determinação da composição corporal no início e final do período experimental.

A exigência de proteína para ganho varia em função da raça, taxa de ganho de peso e sexo, sendo que para esta última variável difere para animais de mesma idade e raça. Machos inteiros apresentam maiores exigências em relação aos castrados e estes em relação às fêmeas. Esta maior exigência líquida dos machos inteiros é devido estes depositarem mais tecido magro no ganho de peso (REGADAS FILHO, 2009).

Devido à inexistência de dados referente às exigências proteicas para fêmeas em crescimento e nas condições brasileiras, as formulações de rações são feitas baseando-se em resultados obtidos com caprinos de raças européias, geralmente criados em regiões de clima e temperaturas diferentes.

Diante disto, torna-se necessário mais estudos a respeito das exigências de proteína para manutenção e ganho em peso para cabritas da raça Saanen em crescimento.

4.2 Exigências de energia para manutenção e ganho

A energia é definida como a capacidade de realizar trabalho e, é requerida por todos os seres vivos que a utilizam em todas as suas funções vitais (VALADARES FILHO et al., 2005). Desse modo, o aporte insuficiente de energia na dieta retarda o crescimento, aumenta a idade à puberdade, reduz a fertilidade, diminui a produção de leite, aumenta a susceptibilidade dos animais a doenças e parasitas e, afeta a ingestão de outros nutrientes, como proteínas e minerais. Por outro lado, o excesso de energia, além de significar perda econômica por desperdício de alimento, ocasiona deposição excessiva de gordura, causando problemas, principalmente de ordem reprodutiva (BAIÃO, 2006).

A manutenção corporal é definida como sendo a situação em que não ocorrem ganhos nem perda de nutrientes no organismo (BLAXTER, 1972).

Portanto, as exigências de energia para manutenção podem ser definidas como a quantidade de energia necessária para manter o balanço entre o catabolismo e anabolismo, isto é, quando não há retenção de energia (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007). Segundo CHWALIBOG (1991) esta definição é aceita para animais adultos e não para animais em crescimento uma vez que nestes animais o equilíbrio energético nunca ocorre. Neste caso, CHWALIBOG (1985) define a exigência de manutenção como sendo aquela necessária para manter o equilíbrio de *turnover* de proteína e gordura, a temperatura corporal e as atividades normais de locomoção. Dessa forma, difere da definição clássica de manutenção, pois o equilíbrio do *turnover* de proteína e gordura ocorre quando a retenção de gordura é negativa, enquanto a de proteína é positiva (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007).

As metodologias utilizadas para determinar as exigências de energia para manutenção são: método calorimétrico, ensaios de alimentação e o abate comparativo (ARC, 1980).

No Brasil, o método mais utilizado é o abate comparativo, no qual é possível a determinação direta da energia retida avaliando-se a composição corporal inicial de um grupo de animais que representam os animais experimentais e a composição dos animais no final do processo.

A energia líquida de manutenção corresponde à produção de calor no animal em jejum, o qual deve estar em estado pós absorptivo, mantido em ambiente termoneutro, e com o mínimo de atividade física (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007). A produção de calor é obtida pela extrapolação ao nível zero de ingestão de energia metabolizável numa equação de regressão entre o log da produção de calor em função da ingestão de energia metabolizável por quilo de peso metabólico.

A exigência de energia metabolizável para manutenção é estimada a partir da equação de regressão para predição da energia líquida de manutenção, no ponto em que a produção de calor foi igual ao consumo de energia metabolizável (GERASSEV et al., 2007). A inclinação da reta obtida pela regressão linear

relacionando energia retida e ingestão de energia metabolizável será a eficiência de utilização de energia metabolizável para a energia líquida (TEIXEIRA, 2004).

A exigência de energia para crescimento diz respeito, principalmente, à deposição de proteína e gordura no corpo animal. Quando a energia é estocada na forma de proteína, maior quantidade de calor é gerada do que na forma de gordura. Nos animais jovens a retenção de gordura vai significar até 50% da energia retida, entretanto, quando o animal atinge a maturidade sexual, a composição do ganho vai variar muito pouco, porque os animais depositam gordura em uma taxa relativamente constante. Em animais adultos, a energia retida como gordura varia de 85% a 95% do total de energia retida. A energia depositada na forma de proteína durante o crescimento animal corresponde de 25 a 32% do total de energia retida. (RESENDE et al., 2006).

Recentemente, algumas instituições de pesquisas e universidades brasileiras vem desenvolvendo estudos no sentido de estimar as exigências de energia para manutenção e ganho em peso de caprinos criados nas diferentes regiões e condições do Brasil. Entretanto, a maioria dos estudos foram conduzidos na fase inicial de crescimento contemplando apenas machos (RESENDE, 1989; RIBEIRO, 1995; SOUZA, 1997; MEDEIROS, 2001; FERREIRA, 2003; TEIXEIRA, 2004; ALVES, 2006; FERNANDES, 2006).

Existe uma lacuna no que diz respeito aos estudos referentes às necessidades energéticas para fêmeas nas diferentes fases de crescimento, o que justifica estudos mais específicos sobre suas exigências nutricionais. Diante disto, o presente trabalho teve como objetivos específicos:

- i) Estudar a composição corporal e a exigência líquida para ganho em peso de cabritas Saanen, com peso corporal variado dos 30 aos 45 kg.
- ii) Estimar as exigências de proteína e energia para manutenção em cabritas Saanen, com peso corporal variado dos 30 aos 45 kg.

5. Referências

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH – AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. CAB International, Wallingford, UK. 1993.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH – AFRC. **The nutrition of goat**. Report N. 10. CAB International, Wallingford, UK. 1998.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrients requirements of farm livestock**, technical review. London: Agricultural Research Council Working Party, 1965.264p.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. The nutrient requirements of ruminant livestock. Commonw. Agric. Bureaux., Slough, UK.1980.

ALMEIDA, M. I. V., FONTES, C. A. A., ALMEIDA, F. A. Q. et al. Avaliação do crescimento de tecidos e órgãos de novilhos mestiços Holandês – Gir durante ganho compensatório. 2. Tecidos e órgãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30(2), p.535-545, 2001.

ALVES, K. S. **Exigências de proteína e energia para caprinos Moxotó em crescimento**. 2006. 83f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, 2006.

ALVES, K. S., CARVALHO, F. F. R., VÉRAS, et al. Composição corporal e exigências de proteína para ganho de peso de caprinos Moxotó em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1468 -1474, 2008.

BAIÃO, E. A. M. **Composição corporal e exigências nutricionais em cordeiras Santa Inês e cruzas F1**. 2006. 150p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BAKER, M. J., TEDESCHI, L. O., FOX D. G. et al. Using ultrasound measurements to predict body composition of yearling bulls. **Journal Animal Science**, Savoy, 84:2666-2672, 2006.

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

BLAXTER, K. L. Fasting metabolism and energy required by animals for maintenance. In: **Festskrifttil knudbreirem.**, Mariendals Boktrykkeri A. S., Gjovik, Norge, p. 19 -36, 1972.

BLAXTER, K. L. **The energy metabolism of ruminants**. London, Hutchinson & Co.; 1962. 329p.

BROWN, D. L., TAYLOR, S. J. **Deuterium Oxide Dilution Kinetics to Predict Body Composition in Dairy Goats**. *Journal Dairy Science*, Davis, 69:1151-1155, 1986.

CARVALHO, P. A. **Crescimento e composição da carcaça e dos cortes comerciais de cordeiros submetidos à restrição alimentar antes e após o nascimento**. 2005. 198p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CARVALHO, S. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de cordeiros machos inteiros, machos castrados e fêmeas alimentadas em**

confinamento. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1998. 100p.
Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, 1998.

CARVALHO, N. M., OSÓRIO, J. C. S., MONTEIRO, E. M. Produção de carne em ovinos de cinco genótipos. 4. Composição regional e tecidual. **Ciência Rural**, 28: 125 – 129. 1998.

CHWALIBOG, A. **Studies on energy metabolism in laying hens.** Denmark: Institute of Animal Science. p.190. (Report, 578). 1985.

CHWALIBOG, A. Energetics of animal production. **Acta Agriculture Scand**, v.41, p.147- 160, 1991.

COSTA E SILVA, L. F., MARCONDES, M. I., VALADARES FILHO, S. C. et al. Estimação da composição física da carcaça por meio da seção HH In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009.

COSTA, R. G. **Exigências de minerais para cabras em gestação.** 1996. 88p.
Tese (Doutorado em Zootecnia) - Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1996. 88p.- Universidade Estadual Paulista, 1996.

DEAMBROSIS, A. Producción de carne ovina. II. Crescimento. In: _____. **Producción y comercialización de carnes.** Montevideo: Universidade de La República. Montevideo, 1972.

FERNANDES, M. H. M. R. **Composição corporal e exigências nutricionais em proteína, energia e macrominerais de cabritos em constituição genética $\frac{3}{4}$ Boer e $\frac{1}{4}$ Saanen.** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2006. 99p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2006.

FERNANDES, M. H. M. R., RESENDE, K. T., TEDESCHI, L. O., et al. Energy and protein requirements for maintenance and growth of Boer crossbred kids. **Journal Animal Science**, 85: 1014 -1023, 2007.

FERREIRA, A. C. D. **Composição corporal e exigências nutricionais em proteína, energia e macrominerais de caprinos Saanen em crescimento**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2003. 86p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2003.

FERREIRA, M. A., VALADARES FILHO, S . C., COELHO DA SILVA, J.F., et al. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.352-360, 1998.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO [2009]. **Live animals**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org> > Acesso em: 12/06/2010.

GERASSEV, L. C. **Influência da restrição alimentar pré e pós natal sobre as exigências nutricionais, crescimento e metabolismo energético de cordeiros Santa Inês**. 2003. 198p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GERASEEV, L. C.; PEREZ, J. R. O.; QUINTÃO, F. A. et al. Efeito da restrição pré e pós-natal sobre o crescimento dos depósitos de gordura de cordeiros Santa Inês. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.59, p.782-788, 2007.

GOMES, H. F. B. **Desempenho, características de carcaça e modelos de predição da composição tecidual em caprinos de diferentes grupos raciais**.

Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2008. 130p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2008.

GREENHALGH, J. F. D. Recent studies on the body composition of ruminants. **Proc. Nut. Soc.**, London, v.45, n.1, p. 119 – 130, 1986.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. [2009]. **Estatísticas sobre pecuária, rebanho e produção**. Disponível em: < www.sidra.ibge.gov.br > Acesso em: 12/06/2010.

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

LAWRENCE, T., FOWLER, V. 1997. **Growth of farm animals**. London: CAB International. 330p.

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

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of goats: Angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1981. p. 26 - 48.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids and new world camelids.** National Academy Press, Washington, DC, 384 p. 2006.

NARJISSE, H. Goat nutrition and feeding management in arid conditions. In: International Conference on Goats, 5, 1992., New Delhi. **Proceedings...** New Delhi:EVEREST. P. 202 -211, 1992, v.2.

OLIVEIRA, D. F. **Desenvolvimento ponderal e biometria corporal de caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo.** Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2007. 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2007.

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

PAULINO, P. V .R.; COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Exigências nutricionais de zebuínos: Proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.3, p.759-769, 2004.

REGADAS FILHO, J. G. L. **Exigências energéticas e protéicas de ovinos Santa Inês em crescimento.** Fortaleza: Universidade Federal de Fortaleza, 2009, 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Fortaleza, 2009.

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

RESENDE, K. T., RIBEIRO, S. D., DORIGAN, C. J. et al. Nutrição de caprinos: Novos sistemas e exigências nutricionais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, p. 77 – 99, 1996.

RESENDE, K. T. **Métodos de estimativa de composição corporal e exigências nutricionais de caprinos**. 2004. 123 p. Texto Sistematizado (Concurso de Livre Docência) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/ Unesp, Jaboticabal – SP.

RESENDE, K. T., FERNANDES, M. H. M., TEIXEIRA, I. A. M. A. Exigências nutricionais de ovinos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42.,2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia, GO: Sociedade Brasileira de Zootecnia/Universidade Federal de Goiás, 2005.

RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; FERNANDES, M. H. M. R. Metabolismo de energia. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 311-332.

RESENDE, K. T., TEIXEIRA, I. A. M. A., BIAGIOLI, B., et al. Progresso científico em pequeno ruminantes na primeira década do século XXI. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.369-375, 2010 (supl. especial)

RIBEIRO, S. D. A. **Composição corporal e exigências em energia, proteína e macrominerais de caprinos mestiços em fase inicial de crescimento**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1995. 101p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 1995.

SAINZ, R. D. Qualidade da carcaça e da carne ovina e caprina. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33, 1996, Fortaleza, **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.3-14.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista. Fundep, 2007. 238p.

SANTANA, A. F., MARTINS FILHO, R. Fatores que influenciam no desenvolvimento ponderal de ovinos jovens deslanados. **Arquivos da Escola de Medicina Veterinária da UFBA**, Salvador, v.18, n.1, p.41-60, 1995/1996.

SORENSEN, M. T. In vivo prediction of goat composition by computer tomography. **Amm. Prod.**, British Society of Animal Production, 54: 67-73, 1992.

SOUZA, H. M. H. **Composição corporal e exigências nutricionais de energia, proteína, cálcio e fósforo de caprinos da raça Alpina em crescimento.** 1997. 62f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1997.

SUGISAWA, L., MATTOS, W. R. S., SOUZA, A. A. et al. Ultra-sonografia para predição da composição da carcaça de bovinos jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.177-185, 2006.

SUSIN, I. Exigências nutricionais de ovinos e estratégias de alimentação. In: SILVA SOBRINHO, A.G. et al. **Nutrição de ovinos.** Jaboticabal: FUNEP, 1996. p.1-68.

TEIXEIRA, A. Avaliação “in vivo” da composição corporal e da carcaça de caprinos – uso de ultrasonografia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.191-196, 2008(supl. especial).

TEIXEIRA, I. A. M. A **Métodos de estimativa da composição corporal e exigências nutricionais de cabritos F1 Boer x Saanen**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2004. 93p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2004.

VALADARES FILHO, S. C., PAULINO, P. V. R., SAINZ, R. D., Desafios metodológicos para determinação das exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. p. 261 – 287.

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

CAPÍTULO 2 – EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS EM PROTEÍNA PARA CRESCIMENTO DE CABRITAS SAANEN DOS 30 AOS 45 KG.

1. Introdução

A produção mundial de leite caprino aumentou aproximadamente 20% nos últimos dez anos (FAOSTAT, 2008). Dentre as raças caprinas produtoras de leite, a raça Saanen é a mais difundida no mundo e apresenta produção leiteira média de 2 a 3 litros/dia (ZAMBOM et al., 2005). Para a obtenção de tal produtividade é necessário que a nutrição das fêmeas seja balanceada, desde a fase de crescimento, uma vez que é durante esta fase que ocorrem os eventos fisiológicos que culminam na formação completa e definitiva do tecido secretor da glândula mamária.

Quando há excesso de energia e/ou proteína na dieta, o desenvolvimento da glândula mamária fica prejudicado pela substituição do parênquima mamário (células secretoras de leite) por tecido adiposo (SERJSEN e PURUP, 1997) culminando na redução na produção de leite. A deficiência de energia e/ou proteína reduz a quantidade de tecido secretor formado sendo este o principal fator limitante da produção de leite (SEJRSEN e PURUP, 1997).

Para o fornecimento de rações balanceadas às cabritas é necessário o conhecimento das exigências nutricionais. Entretanto, existe escassez de informações sobre as exigências nutricionais de fêmeas em crescimento, principalmente no tocante à proteína.

Sabe-se que as proteínas desempenham diversas funções no organismo (catalítica, estrutural, transporte, proteção, armazenamento, contrátil, etc.) e são essenciais ao desenvolvimento, crescimento, reprodução e produção (NRC, 1981).

Diante disto, o objetivo deste estudo foi determinar as exigências líquidas de proteína para crescimento de cabritas Saanen com peso corporal variando de 30 a 45 kg.

2. Material e métodos

Foram desenvolvidos dois experimentos para atingir os objetivos deste estudo, um experimento para a determinação da composição corporal e estimativa da exigência de proteína para ganho em peso (Experimento 1) e outro, para a determinação da exigência de proteína para manutenção (Experimento 2). Ambos experimentos foram desenvolvidos na Universidade Estadual Paulista, câmpus de Jaboticabal – São Paulo, Brasil, localizada a 21° 14' 44.45" S e 48° 17' 43.55" W, altitude de 595 m, no período de novembro de 2008 a setembro de 2009.

Os valores médios da temperatura e umidade relativa do ar durante o período experimental estão descritos na tabela 1.

Tabela 1. Médias dos valores de mínima e máxima temperatura e umidade relativa do ar durante o período experimental.

Temperatura (°C)		Umidade relativa do ar	
Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
19,4	30,3	50,1	88,6

2.1 Experimento 1 – Estimativa da composição corporal e exigência de proteína para ganho em peso

2.1.1 Animais

Foram utilizadas 18 cabritas da raça Saanen, com peso corporal inicial (PC_{inicial}) de 30 kg e idade média de sete meses. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em três tratamentos: T1 – animais abatidos com 30 kg de peso corporal (PC), T2 – animais abatidos com 38 kg de PC e T3 – animais abatidos com 45 kg de PC.

A duração média do período experimental para os animais abatidos aos 38 kg de peso corporal foi $109 \pm 5,45$ dias e para os animais abatidos aos 45 kg de peso corporal foi 181 ± 25 dias.

2.1.2 Dieta experimental

A dieta foi balanceada para atender as exigências nutricionais de animais em crescimento, de acordo com o NRC (2006), para ganho de 150 g por dia. O alimento foi oferecido sob forma de ração completa (15,7 % PB e 2952,97 kcal EM/kg de MS) na qual o volumoso usado foi o feno de tifton e o concentrado a base de milho moído, farelo de soja, farelo de trigo, calcário, cloreto de amônia, premix mineral, bicarbonato e sal (Tabela 2).

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 08 e às 17 horas e, receberam o alimento à vontade de forma a garantir 20% de sobras.

Tabela 2. Composição química da dieta experimental, com base na matéria seca (% MS).

Ingrediente	Percentual		% MS					
	%*	% MS	EB	PB	EE	FDN	FDA	MM
Feno de tifton	24,72	85,73	3910,60	7,50	0,88	72,42	37,36	6,68
Farelo de soja	13,24	87,64	4394,00	46,85	1,69	13,94	7,19	5,91
Farelo de trigo	8,89	86,63	4146,33	16,05	3,34	38,74	11,21	4,98
Milho	49,82	86,00	4078,80	7,95	4,17	16,16	3,96	1,35
Premix mineral	0,33	92,95	-	-	-	-	-	76,72
Cloreto de amônia	0,98	99,21	-	-	-	-	-	97,68
Bicarbonato	0,33	99,87	-	-	-	-	-	98,54
Calcário	1,37	99,79	-	-	-	-	-	99,69
Sal	0,33	97,93	-	-	-	-	-	98,00
Dieta total	100,00	93,46	3949,13	15,7	2,03	28,15	13,73	6,26

*Participação na dieta em percentual na matéria seca;

EB = energia bruta (Kcal/kg MS); EE = extrato etéreo; FDA = fibra em detergente ácido; FDN = fibra em detergente neutro; MM = matéria mineral; MS = matéria seca; PB = proteína bruta.

2.1.3 Procedimentos de abate e amostragem

O controle do desenvolvimento ponderal dos animais foi realizado quinzenalmente com a pesagem dos mesmos, sempre antes do fornecimento da alimentação matinal. Os animais quando atingiram o peso pré determinado para abate foram submetidos a jejum sólido de 16 horas e ao término deste período foram pesados para a determinação do peso corporal em jejum (PCJ).

Os animais foram insensibilizados e posteriormente abatidos pela secção das veias jugulares e artérias carótidas. O sangue foi coletado e pesado. Foi realizada esfola para a retirada da pele e coletadas amostras de pele de diferentes pontos. Posteriormente, foi realizada a abertura do osso externo e da cavidade abdominal para a retirada dos órgãos e vísceras. O trato gastrointestinal (TGI) foi pesado antes e após a retirada do conteúdo. Este peso foi utilizado para a determinação de peso de corpo vazio (PCV), o qual foi encontrado subtraindo-se do PCJ, o peso do conteúdo do TGI e da bexiga.

O corpo de cada animal (sangue, órgãos, cabeça, patas e carcaça) foi congelado a -10°C . Os corpos congelados foram picados em serra de fita, moídos e homogeneizados e foram retiradas três amostras representativas de todo o corpo do animal de aproximadamente 50 g. As amostras de pele foram picadas, moídas e homogeneizadas separadamente. Tanto as amostras de corpo como as de pele foram armazenadas em freezer para realização de análises laboratoriais.

2.1.4 Análises laboratoriais

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal – LANA, pertencente ao Departamento de Zootecnia da Unesp - Câmpus de Jaboticabal, SP.

As amostras congeladas do corpo e da pele dos animais foram liofilizadas por um período de 72 horas. Após a liofilização as amostras do corpo foram moídas em moinho de bola e as amostras de pele foram moídas em moinho multi – uso modelo TE – 631/2 com adição de aproximadamente 100 ml de nitrogênio líquido à amostra para permitir a moagem e assim a obtenção de amostra homogênea. O conteúdo de PB das amostras de pele não foi alterado pela adição de nitrogênio líquido.

Posteriormente as amostras de corpo e pele foram acondicionadas em recipientes plásticos, hermeticamente fechados.

Nas amostras de corpo e de pele foi determinado o conteúdo de matéria seca (MS) (AOAC, 1990; método número 930.15); matéria mineral (MM) (AOAC, 1990; método número 942.05); extrato etéreo (EE) (AOAC, 1990, método número 920.39); proteína bruta (PB) via método de combustão de Dumas (Leco model FP – 528 LC, Leco Corporation), como descrito por ETHERIDGE et al. (1998), e energia bruta (EB) pela utilização de bomba calorimétrica tipo “PARR”.

2.1.5 Composição corporal

A predição da composição corporal foi obtida por meio de equação alométrica logaritimizada que tem como variável dependente a quantidade do nutriente presente no corpo vazio e variável independente o PCV (Equação [1]; ARC, 1980).

$$\log_{10} y = a + b \log_{10} PCV, \text{ em que:} \quad [1]$$

$\log_{10}(y)$ = logaritmo da quantidade total de nutriente no corpo vazio (g);

a = intercepto da equação de predição da composição corporal;

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

$\log_{10} PCV$ = logaritmo do peso de corpo vazio (kg).

2.1.6 Composição do ganho em peso e exigência de proteína para ganho em peso

Inicialmente foi estimada a composição de ganho em peso (Equação [2]; ARC, 1980), a qual foi calculada a partir da derivação da equação de regressão do logaritmo do conteúdo corporal deste constituinte, em função do logaritmo do PCV (Equação [1]).

$$y' = b 10^a PCV^{(b-1)}, \text{ em que:} \quad [2]$$

Y' = composição do ganho em peso de proteína (g/kg corpo vazio ganho);

a = intercepto da equação de predição do conteúdo corporal de proteína ;

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

PCV = peso de corpo vazio (kg).

A exigência líquida de proteína para ganho (g/kg PC ganho) foi estimada a partir da composição do ganho em peso, em que foi utilizado fator obtido da razão entre PC/PCV.

2.1.7 Análise estatística

Para o estudo da composição corporal o experimento foi montado em um delineamento inteiramente casualizado, constando de três pesos ao abate (30, 38 e 45 kg de PC) e seis repetições por tratamento, sendo a unidade experimental representada por um animal, de acordo com o modelo a seguir:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}, \text{ em que:}$$

Y_{ij} = valor observado na parcela que recebeu o tratamento i na repetição j ;

μ = média geral da população;

T_i = efeito do tratamento i ;

e_{ij} = erro aleatório.

Para a estimativa da quantidade do componente presente no corpo vazio foi realizada a análise de regressão, de acordo com o modelo: $Y = a + b X$, o qual mostra o comportamento da variável dependente Y (Y = quantidade do componente presente no corpo vazio) em função da variável independente X (X = Peso de corpo vazio).

2.2 Experimento 2 – Exigências de proteína para manutenção

2.2.1 Animais

Foram utilizadas 24 cabritas da raça Saanen com PC_{inicial} de 30 kg de e idade média inicial de sete meses. Seis animais (referência inicial) foram abatidos no início do experimento, com 30 kg de PC para a estimativa da composição corporal inicial. Os demais animais foram distribuídos aleatoriamente em seis grupos de três animais, na qual cada grupo foi considerado como bloco e, os tratamentos foram sorteados entre os animais de cada grupo (alimentação à vontade, 30 e 60% de restrição).

O consumo de matéria seca (CMS) dos animais alimentados à vontade, determinou a quantidade a ser ofertada aos outros dois animais do mesmo grupo. O grupo foi abatido quando o animal alimentado à vontade atingiu 45 kg de PC.

A duração do período experimental para os animais utilizados para a estimativa da exigência de proteína para manutenção foi em média 181 ± 25 dias.

2.2.2 Dieta experimental

A dieta foi balanceada para atender as exigências nutricionais de animais em crescimento, de acordo com o NRC (2006), para ganho de 150 g por dia. Assim, como descrito para o Experimento 1, o alimento foi oferecido sob forma de ração completa (Tabela 2).

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 08 e às 17 horas. Os animais de alimentação à vontade receberam o alimento de forma a garantir 20% de sobras. Diariamente, antes do fornecimento da alimentação matinal as sobras foram retiradas, pesadas e amostradas e o consumo foi determinado pelo controle diário do alimento fornecido e recusado.

2.2.3 Ensaio de digestibilidade

Quando os animais alimentados à vontade de cada grupo atingiram por volta de 38 kg de PC, estes e os demais animais do grupo foram alojados em gaiola de metabolismo a qual permitia a separação de fezes e urina, para condução do ensaio de digestibilidade.

As amostras do alimento oferecido e recusado, das fezes e urina foram coletadas diariamente, durante cinco dias. A quantidade total diária de fezes e urina excretada foi pesada em balança eletrônica com precisão de 0,1 g, 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 digestibilidade aparente dos constituintes da ração foi estimada pela diferença entre o consumido e o excretado nas fezes. O balanço de nitrogênio foi estimado pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido e nitrogênio excretado nas fezes e na urina.

2.2.4 Procedimentos de abate e amostragem

Quando os animais alimentados à vontade atingiram 45 kg de PC, estes e os demais animais do grupo foram abatidos. Os procedimentos de abate e amostragem foram realizados conforme descrito no Experimento 1.

2.2.5 Análises laboratoriais

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal – LANA, pertencente ao Departamento de Zootecnia da Unesp - Câmpus de Jaboticabal, SP.

Nas amostras dos ingredientes da ração, sobras e fezes foi determinado o conteúdo de matéria seca (MS) (AOAC, 1990; método número 930.15); matéria mineral (MM) (AOAC, 1990; método número 942.05); extrato etéreo (EE) (AOAC, 1990; método número 920.39); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com a metodologia descrita por VAN SOEST et al. (1991) utilizando analisador de fibra ANKON²⁰⁰ (Ankon Technology Corporation); proteína bruta (PB) via método de combustão de Dumas (Leco model FP – 528 LC, Leco Corporation), como descrito por ETHERIDGE et al. (1998), e energia bruta (EB) pela utilização de bomba calorimétrica tipo “PARR”.

As amostras de corpo e de pele dos animais abatidos foram analisadas conforme descrito no Experimento 1.

2.2.6 Exigência de proteína para manutenção

A exigência de proteína para manutenção foi estimada por meio da equação de regressão (Equação [3]) que relaciona a retenção de proteína em função do consumo de proteína, conforme o seguinte modelo :

$$\text{Proteína retida} = a + b \text{ Proteína ingerida, em que:} \quad [3]$$

Proteína retida = retenção de proteína no PCV (g/PCV^{0,75}/dia);

a = intercepto da equação de predição da exigência de proteína para manutenção;

b = coeficiente de regressão da equação de predição da exigência de proteína para manutenção;

Proteína ingerida = consumo de proteína (g/PCV^{0,75}/dia).

Para cálculo da retenção de proteína (Proteína corporal final – Proteína corporal inicial) dos animais durante o período experimental, estimou-se a

quantidade de proteína presente no corpo ao início do experimento, com base na Equação [4], obtida a partir dos dados dos animais referência:

$$\log_{10} \text{Proteína}_{\text{inicial}} = -1,73 \pm 0,71 + 1,35 \pm 0,57 \log_{10} \text{PCV}_{\text{inicial}} \quad (R^2 = 0,62) \quad [4]$$

Em que, $\text{PCV}_{\text{inicial}}$ é o peso do corpo vazio inicial, e $\text{Proteína}_{\text{inicial}}$ é a quantidade inicial de proteína no corpo.

A estimativa do valor de $\text{PCV}_{\text{inicial}}$, por sua vez, foi realizada pela regressão entre os valores de PCV e PCJ dos animais referência (Equação [5]):

$$\text{PCV}_{\text{inicial}} = 29,9 \pm 3,93 - 0,26 \pm 1,36 \text{PCJ}_{\text{inicial}} \quad (R^2 = 0,92) \quad [5]$$

Em que $\text{PCJ}_{\text{inicial}}$ representa o peso corporal em jejum de cada animal ao início do experimento.

A exigência líquida de proteína para manutenção (PL_m) foi estimada considerando a retenção de proteína quando ingestão de proteína foi igual a zero. A exigência de proteína bruta para manutenção foi calculada como sendo a ingestão de proteína quando a retenção de proteína for igual a zero.

2.2.7 Análise estatística

Para o ensaio de digestibilidade foi adotado um delineamento em blocos casualizado e as variáveis avaliadas foram testadas de acordo com o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + b_i + e_{ij}, \text{ em que:}$$

Y_{ij} = valor observado na parcela que recebeu o tratamento i na repetição j;

μ = média geral da população;

T_i = efeito do tratamento i;

b_i = efeito do bloco i ;

e_{ij} = erro aleatório.

Para a determinação da exigência de proteína para manutenção foi realizada análise de regressão, de acordo com o modelo: $Y = a + b X$, o qual mostra o comportamento da variável dependente Y (Y = quantidade de nitrogênio retido no corpo) em função da variável independente X (X = consumo de nitrogênio)

3. Resultados

3.1 Composição corporal, composição do ganho em peso e exigência de proteína para ganho em peso corporal.

Na Tabela 3 está apresentada a composição corporal de cabritas Saanen abatidas aos 30, 38 e 45 kg de PC. Observa-se que as concentrações de água, cinzas e proteína diminuíram com o aumento do PC e as concentrações de gordura e energia apresentaram comportamento inverso.

Tabela 3. Composição corporal de cabritas Saanen abatidas aos 30, 38 e 45 kg de peso corporal.

Variáveis	Peso ao abate, Kg		
	30	38	45
Período experimental (dias)	-	109 $\pm$ 5,45	181 $\pm$ 25,00
PC (kg)	30,10 $\pm$ 0,22	38,27 $\pm$ 0,38	45,50 $\pm$ 0,14
PCJ (kg)	28,97 $\pm$ 0,26	36,88 $\pm$ 0,20	44,11 $\pm$ 0,15
PCV (kg)	23,73 $\pm$ 0,46	31,63 $\pm$ 0,31	39,48 $\pm$ 0,29
Composição corporal			
Água (% PCV)	60,12 $\pm$ 2,12 ^a	55,40 $\pm$ 2,05 ^b	51,34 $\pm$ 1,63 ^c
Cinzas (%PCV)	4,44 $\pm$ 1,27	3,74 $\pm$ 0,48	3,24 $\pm$ 0,71
Proteína (%PCV)	15,99 $\pm$ 0,74	15,05 $\pm$ 0,42	15,03 $\pm$ 0,89
Gordura (%PCV)	19,47 $\pm$ 2,69 ^c	24,98 $\pm$ 2,35 ^b	30,00 $\pm$ 2,09 ^a
Energia (Mcal/kg PCV)	2,72 $\pm$ 0,21 ^c	3,19 $\pm$ 0,20 ^b	3,66 $\pm$ 0,16 ^a

^{a, b, c} médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si ($P < 0,05$); PC = peso corporal, PCJ= peso corporal após jejum, PCV = peso de corpo vazio.

A composição corporal obtida pela equação alométrica logaritmizada e a composição do ganho em peso está descrita na Tabela 4

Tabela 4. Composição corporal e composição corporal do ganho em peso em proteína de cabritas Saanen em crescimento, com peso corporal variando de 30 a 45 kg

Variável	Peso corporal, kg				Equação de regressão	p
	30	35	40	45		
PCV (kg)	24,54	26,69	34,84	39,99	PCV = -6,36 $\pm$ 1,26 + 1,03 $\pm$ 0,034 PC	<0,0001
Composição corporal						
Água (g/kg PCV)	584,70	553,28	528,20	504,50	Log (y) = 3,17 $\pm$ 0,05 + 1,36 $\pm$ 0,04 Log PCV	<0,0001
Cinzas (g/kg PCV)	40,48	36,66	33,74	31,40	Log (y) = 2,33 $\pm$ 0,29 + 0,48 $\pm$ 0,19 Log PCV	0,276
Proteína (g/kg PCV)	152,41	149,03	146,20	143,80	Log (y) = 2,35 $\pm$ 0,07 + 0,88 $\pm$ 0,05 Log PCV	<0,0001
Gordura (g/kg PCV)	208,70	244,08	278,29	311,60	Log (y) = 1,18 $\pm$ 0,17 + 1,82 $\pm$ 0,11 Log PCV	<0,0001
Composição do ganho em peso					Equação para predição da exigência PL _g	
Proteína (g/kg GPCV)	134,18	131,15	128,66	126,55	Y' = 197,01 PCV ^{-0,12}	

PCV = peso de corpo vazio; GPCV = ganho em peso de corpo vazio.

Para converter as exigências líquidas de proteína para ganho em peso de corpo vazio (GPCV) em exigências líquidas para ganho em peso corporal (GPC), recomenda-se utilizar a equação encontrada $PCV = -6,36 \pm 1,26 + 1,03 \pm 0,034 PC$ e o fator de correção médio (1,17) obtido da relação PC/PCV (Tabela 3).

Tabela 5. Exigência líquida de proteína para ganho em peso corporal (PL_g) de cabritas Saanen em crescimento

PC, kg	PL _g g/kg GPC
30,0	114,,68
35,0	112,09
40,0	109,96
45,0	108,16

PC = peso corporal; GPC = ganho em peso corporal; $PL_g = 197,01 \cdot PCV^{0,12}$

3.2 Exigência de proteína para manutenção

Para a determinação das exigências de proteína para manutenção foram utilizadas 21 cabritas Saanen, uma vez que, em virtude de problemas na câmara fria, local onde eram armazenados os corpos dos animais logo após o abate, foram perdidos três animais. Destes, um animal era do tratamento submetido a 30% de restrição alimentar e dois animais eram do tratamento submetido a 60% de restrição alimentar.

O desempenho e a composição corporal final de cabritas Saanen em crescimento submetidas à restrição alimentar está descrita na Tabela 6.

Tabela 6. Desempenho e composição corporal final de cabritas Saanen em crescimento submetidas à restrição alimentar.

Variável	Nível de restrição (%)			P
	0	30	60	
Período experimental (dias)	181 ± 25	181 ± 25	181 ± 25	-
PC inicial (kg)	29,83 ± 0,11	29,58 ± 0,55	28,47 ± 0,33	0,0412
PC final (kg)	45,5 ± 0,14 ^a	35,40 ± 0,62 ^b	30,47 ± 1,36 ^c	<0,0001
PCV inicial (kg)	22,54 ± 0,01 ^a	22,39 ± 0,06 ^a	22,36 ± 0,01 ^b	0,0036
PCV final (kg)	39,40 ± 0,26 ^a	30,89 ± 0,90 ^b	23,55 ± 1,24 ^c	<0,0001
CMS (g/dia)	1071,62 ± 205,22 ^a	679,09 ± 121,76 ^b	410,78 ± 77,52	<0,0001
CPB (g/dia)	167,36 ± 33,38 ^a	108,19 ± 19,08 ^b	65,68 ± 12,27 ^c	<0,0001
GP diário (kg/dia)	86,57 ± 26,73 ^a	32,15 ± 14,20 ^b	11,05 ± 5,1 ^b	0,0001
Composição corporal				
Água (% PCV)	48,65 ± 1,63 ^a	42,61 ± 3,21 ^b	39,60 ± 3,94 ^c	0,0010
Cinzas (%PCV)	3,24 ± 0,71	3,93 ± 0,22	3,78 ± 0,57	0,1390
Proteína (%PCV)	15,03 ± 0,89 ^a	16,30 ± 0,79 ^{ab}	17,01 ± 0,94 ^b	0,0113
Gordura (%PCV)	30,00 ± 2,09 ^a	22,47 ± 3,27 ^b	18,68 ± 4,31 ^c	0,0003
Energia (Mcal/kg PCV)	3,51 ± 0,19 ^a	2,84 ± 0,36 ^{ab}	2,42 ± 0,32 ^b	0,0002

^{a, b, c} médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si ($P < 0,05$); PC = peso corporal, PCV = peso de corpo vazio; CMS = consumo de matéria seca; CPB = consumo de proteína bruta; GP = ganho de peso.

Na Tabela 7 estão descritos os valores encontrados para a digestibilidade da MS e da PB e o balanço de nitrogênio de cabritas Saanen em crescimento. Observa-se que não houve diferença estatística para os coeficientes de digestibilidade avaliados para os animais nos diferentes níveis de ingestão. O consumo de nitrogênio decresceu influenciado pelo menor consumo de proteína bruta dos animais submetidos à restrição alimentar. A excreção de nitrogênio na urina e nas fezes foi maior nos animais alimentados à vontade e diminuiu com a intensidade da restrição, fato relacionado à magnitude do consumo de nitrogênio.

Tabela 7. Médias e erro padrão para o peso corporal (PC) durante o ensaio de digestibilidade, coeficientes de digestibilidade da matéria seca (DMS) e da proteína bruta (DPB) e balanço de nitrogênio de cabritas Saanen em crescimento submetidas à restrição alimentar.

Variáveis	Nível de restrição (%)			P
	0	30	60	
PC (kg)	37,80 ± 0,3 ^a	32,00 ± 0,3 ^b	26,12 ± 0,4 ^c	<0,0001
DMS (%)	72,10 ± 2,8	75,63 ± 1,5	74,97 ± 3,6	0,5913
DPB (%)	71,37 ± 2,6	73,74 ± 3,2	73,55 ± 3,63	0,6084
Nitrogênio (g/kg ^{0,75} /dia)				
Ingestão	1,90 ± 0,11 ^a	1,54 ± 0,12 ^a	1,08 ± 0,13 ^b	<0,0001
Fezes	0,56 ± 0,55 ^a	0,38 ± 0,06 ^a	0,27 ± 0,06 ^b	0,0156
Urina	0,02 ± 0,002 ^a	0,01 ± 0,002 ^a	0,003 ± 0,0032 ^b	<0,0001
Balanço	1,34 ± 0,09 ^a	1,14 ± 0,09 ^a	0,77 ± 0,1 ^b	0,0004

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

As exigências de proteína para manutenção foram calculadas através da equação de regressão entre a retenção de nitrogênio e a ingestão de nitrogênio (Figuras 1 e 2). Com base nestas equações as perdas endógenas e metabólicas foram estimadas em 400 mg N kg^{0,75} PCV de perdas mínimas de N, o qual corresponde ao valor de 2,5 g PL_m/kg^{0,75} PCV ou 2,12 g PL_m/kg^{0,75} PC.

Adicionalmente, a exigência de manutenção em proteína bruta foi estimada em 3,63 g de PB / kg^{0,75} PCV, ou 3,08 g de PB/ kg^{0,75} PC.

A exigência de proteína digestível para manutenção foi igual à 370 mg de N/ kg^{0,75} PCV de perdas mínimas de N, o qual corresponde ao valor de 2,31 g PD /kg^{0,75} PCV ou 1,96 g PD/kg^{0,75} PC.

Adicionalmente, a exigência de manutenção em proteína digestível foi estimada em 2,46 g PD /kg^{0,75} PCV, a qual corresponde a 2,09 g de PD/ kg^{0,75} PC.

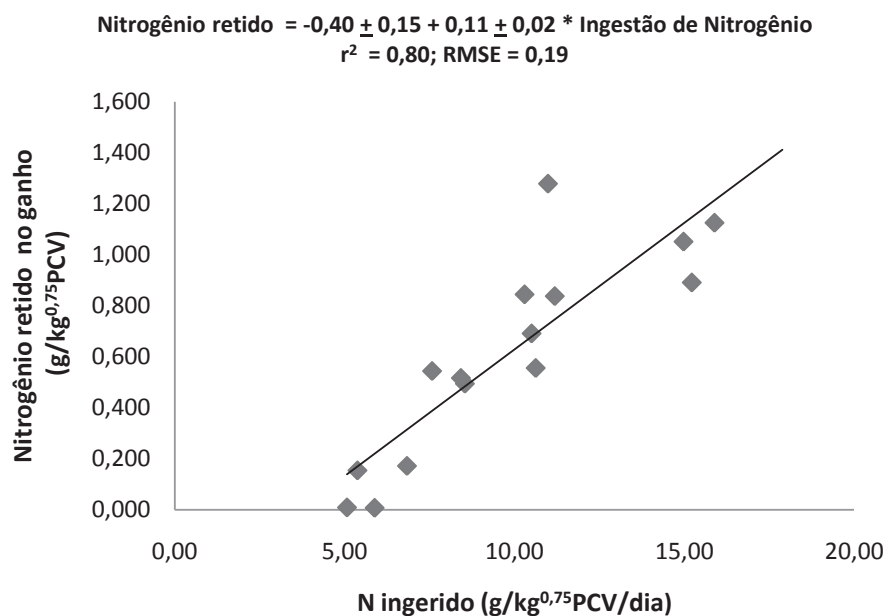


Figura 1. Relação entre retenção de nitrogênio ($\text{g/kg}^{0,75} \text{PCV/dia}$) e ingestão de nitrogênio ($\text{g/kg}^{0,75} \text{PCV/dia}$), em cabritas Saanen com peso corporal variando de 30 a 45 kg.

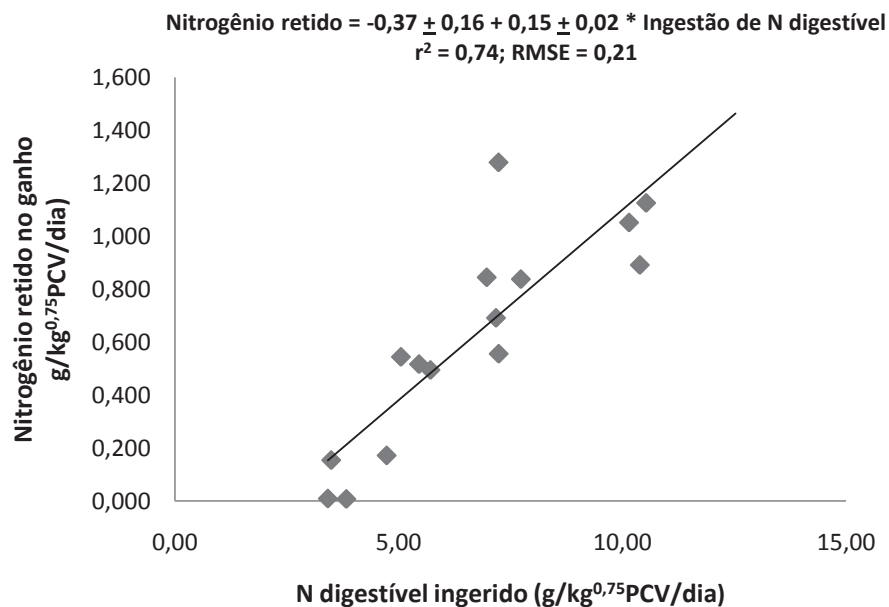


Figura 2. Relação entre retenção de nitrogênio ($\text{g/kg}^{0,75} \text{PCV/dia}$) e ingestão de nitrogênio digestível ($\text{g/kg}^{0,75} \text{PCV/dia}$), em cabritas Saanen com peso corporal variando de 30 a 45 kg.

3.3 Modelo para estimar a exigência total de proteína líquida para crescimento de cabritas Saanen

Para a determinação da exigência de proteína total de cabritas Saanen em crescimento foi proposto modelo a seguir (Equação [6]):

$$PL_t = (2,5 * PCV^{0,75}) + (197,01 * PCV^{-0,12} * GP); \quad [6]$$

PL_t = exigência líquida de proteína total (g/dia);

PCV = peso de corpo vazio (kg);

GP = ganho de peso (kg)

Na Tabela 8 pode ser observada a exigência total de proteína líquida de cabritas Saanen para ganho de 100 g/dia, utilizando o somatório das exigências encontradas (manutenção + ganho) e utilizando o modelo desenvolvido.

Tabela 8. Exigência total de proteína líquida de cabritas Saanen em crescimento, para ganho de 100 g/dia, estimados pelo somatório das exigências encontradas (manutenção + ganho) e utilizando o modelo gerado.

Peso corporal (kg)	$PL_m + PL_g$ (g/dia) ¹	PL_t (g/dia) ²
30	39,03	40,52
35	43,01	44,91
40	46,85	48,71
45	50,57	52,41

¹ PL_m = exigência líquida de proteína para manutenção; PL_g = exigência líquida de proteína para ganho em peso;

² PL_t = exigência de proteína líquida total, obtida de acordo com $PL_t = (2,5 * PCV^{0,75}) + (197,01 * PCV^{-0,12} * GP)$.

4. Discussão

4.1 Composição corporal, composição do ganho em peso e exigência de proteína para ganho em peso corporal.

Com relação à composição corporal, observa-se que as variações nas concentrações de água, cinzas, proteína, gordura e energia no corpo são associadas a diferentes padrões de crescimento dos tecidos corporais e as taxas de crescimento são inerentes às distintas fases da vida do animal. Animais mais jovens têm maior proporção de água e menor de gordura, de modo que as concentrações de proteína, cinzas e água decrescem com a idade e com a engorda (FERREIRA et al., 1998). Os resultados encontrados neste estudo corroboram com FERREIRA et al. (1998), e em média estão próximos à composição corporal de ovelhas pesando 43 kg de peso corporal encontrada por ATTI et al. (2000). PANARETO (1968) verificou que em ovelhas na mesma faixa de peso utilizada neste estudo, a concentração de água, cinzas e proteína diminuiu de 66 para 50,2%, 4,8 para 4,5% e 17,6 para 14,6%, respectivamente, enquanto que a concentração de gordura apresentou comportamento inverso, ou seja, aumentou de 11,4 para 28,8%.

Neste estudo, observa-se também, que à medida que o peso corporal das cabritas aumentou, a relação Gordura/Proteína se elevou de 1,37 para 2,16, indicando redução do crescimento muscular e desenvolvimento mais rápido do tecido adiposo com elevação do peso de corpo vazio, uma vez que este último tecido apresenta maior impulso de crescimento em idade mais tardia (BERG e BUTTERFIELD, 1976).

A composição do ganho em peso em proteína apresentou comportamento semelhante ao da composição corporal. Segundo GRANT e HELFERICH (1991), a causa da redução da concentração da proteína e aumento na concentração de gordura à medida que o peso corporal aumenta é a desaceleração do crescimento

muscular confirmada pelo menor ganho de proteína por kg de ganho de peso corpo de vazio. Observa-se que em virtude desse comportamento, a exigência de proteína para ganho em peso tende a diminuir.

Os valores de exigência líquida de proteína para ganho em peso estimados neste estudo foram inferiores aos valores preconizados pelo AFRC (1993) que determina a exigência de proteína líquida para ganho em peso por meio da equação: $PL_g = 157,22 - 0,694 PC$. De acordo com este comitê, uma cabrita com 30 kg de PC teria como exigência de proteína líquida para o ganho em peso 136,4 g/kg de ganho de PC e uma cabrita de 45 kg a exigência seria de 125,99 g/kg de ganho de PC. Os valores encontrados neste estudo foram 15,92% e 14,15% inferiores ao preconizado por este comitê, para um animal de 30 e 45 kg, respectivamente.

Para a conversão da exigência de proteína líquida para ganho em PC em exigência de proteína metabolizável para ganho em peso corporal (PM_g) é necessário o conhecimento da eficiência de utilização da proteína para ganho em peso (k_{pg}). Dentre os sistemas apenas o AFRC (1998) difere consideravelmente estimando o valor de k_{pg} de 0,59, já o CSIRO (2007) e o NRC (2006) utilizam o valor de 0,70. Para os animais deste estudo, considerando os valores de k_{pg} supracitados observa-se que de acordo com o AFRC (1998) a exigência de proteína metabolizável para ganho em PC varia de 194,37 a 183,32 g/kg ganho de PC, para uma cabrita de 30 e 45 kg de PC, respectivamente. Para o CSIRO (2007) e para o NRC (2006), a exigência de proteína metabolizável para ganho em peso para uma cabrita de 30 kg de PC seria 163,83 g/kg ganho de PC e para uma cabrita de 45 kg de PC seria de 154,51 g/kg ganho de PC.

As diferenças encontradas entre as estimativas das exigências de proteína para o ganho em peso no presente trabalho e aquelas citadas pelos comitês internacionais são reflexo das diferenças existentes na composição corporal e na composição do ganho em peso (GARRET et al., 1959; GEAY, 1984) que são influenciadas por fatores como idade, sexo, raça e manejo alimentar, dentre outros.

4.2 Ensaio de digestibilidade, desempenho e exigência de proteína para manutenção

4.2.1 Ensaio de digestibilidade

Espera-se que animais submetidos à restrição alimentar em virtude do menor consumo apresentem maior tempo de retenção do alimento no rúmen, estendendo o tempo de exposição aos microrganismos e aumentando a digestibilidade dos nutrientes (MORENO et al., 2010). Entretanto, neste estudo, a digestibilidade aparente dos nutrientes não diferiu entre os três níveis de ingestão. Uma possível explicação para tal fato foi especulada por alguns autores, os quais relataram que em condições de ingestão muito baixa a digestibilidade da dieta pode permanecer constante (GRIMAUD e DOREAU, 1995) ou decrescer (GRIMAUD et al., 1999), possivelmente devido à limitação da atividade microbiana (ATTI, 2002).

A determinação do balanço de nitrogênio permite quantificar a utilização do N metabólico e relacioná-lo com a dieta testada em função dos diferentes níveis de restrição. Segundo WILKERSON et al. (1993) e HOFFMAN et al. (2001), existe uma relação linear entre consumo e a excreção de nitrogênio nas fezes e na urina. Animais submetidos à restrição alimentar excretam menor quantidade de nitrogênio uma vez que, necessitam que os microrganismos ruminais aproveitem de forma mais eficiente o nitrogênio para que seja transformado em proteína microbiana.

4.2.2 Desempenho e exigência de proteína para manutenção

Como era esperado, o consumo de matéria seca e de proteína bruta foi maior para os animais consumindo à vontade em comparação aos animais de consumo restrito e, conseqüentemente, cabritas com consumo à vontade

apresentaram maiores ganhos de peso. Além disto, o consumo dos animais alimentados à vontade foi combatível com o consumo preconizado no balanceamento da dieta (1,35 kg de MS/dia e 169,00 g de PB/dia; NRC, 2006). Entretanto, a resposta animal obtida neste estudo foi menor que a esperada quando do cálculo de ração. Uma das razões que explica este menor ganho do peso dos animais é a fase de crescimento que os animais utilizados neste estudo se encontravam. De acordo com OWENS (1993), o crescimento de cabritos desde o nascimento, em condições ambientais adequadas, é descrito como uma curva sigmóide com duas fases distintas, que se caracterizam por tendências bastante diferentes. Na primeira fase, o crescimento é acelerado e, conseqüentemente os animais apresentam maiores taxas de ganho de peso, em razão do desenvolvimento dos tecidos ósseo e muscular, ativado pela liberação dos hormônios protéicos de crescimento tiroxina e somatotropina, ocorrendo maior síntese de tecido muscular em relação ao adiposo. A segunda fase, fase esta que os animais deste estudo se encontravam, caracteriza-se pela redução na intensidade de crescimento corporal, com menor ganho de peso e maior deposição de tecido adiposo

Sabe-se que o organismo animal possui uma demanda obrigatória por aminoácidos, a qual está relacionada com a reposição do nitrogênio excretado do organismo (PFANDER, 1969; GALVANI, 2008). Esta perda, comumente denominada exigência líquida de proteína para manutenção (PL_m), representa o somatório do nitrogênio endógeno urinário e do nitrogênio endógeno fecal (nitrogênio endógeno basal), além das perdas decorrentes da descamação da epiderme e da queda de pêlos (AFRC, 1993).

O NRC (2006) sugere para estimativa da excreção de proteína endógena urinária (EUP, g/dia) a equação $EUP = 1,031g/PC^{0,75}$ e, para a estimativa da excreção fecal de proteína (EFP, g/dia) propõe a equação: $EFP = 26,7g/kg CMS/dia$. O CSIRO (2007), por sua vez, adota a seguinte equação para a estimativa da EUP: $EUP (g/dia) = 0,147*PC + 3,375$ e sugere que para a estimativa da EFP a equação: $EPF (g/dia) = 15,2 g/kg CMS/dia$. As perdas de

nitrogênio por descamação da pele (NDP) normalmente são estimadas em função do peso corporal (RESENDE et al., 2008), sendo que de maneira geral o valor recomendado para caprinos pelo NRC (2006) e CSIRO (2007) é $0,2\text{g/kg PC}^{0,6}$.

De acordo as equações supracitadas, a EUP e a EFP para uma cabrita com 45 kg de peso corporal foi estimada em 17,89 g/dia e 28,61 g/dia, respectivamente, segundo o NRC (2006). De acordo com o CSIRO (2007), a EUP foi estimada em 9,99 g/dia e a EFP foi estimada em 16,29 g/dia. Para ambos os comitês a NDP foi estimada como sendo igual a 1,96 g/dia. Desta forma, a exigência de proteína líquida para manutenção estimada pelo NRC (2006) e CSIRO (2007) foi, respectivamente, 48,47 e 28,24 g de proteína/dia. A exigência de proteína líquida para manutenção encontrada neste estudo foi 36,83 g de proteína/dia, valor este 24,01% inferior ao valor preconizado pelo NRC (2006) e 30,42% maior que o valor estimado pelo CSIRO (2007).

O AFRC (1998), baseado em dados com ovinos e bovinos, propõe como exigência de proteína líquida para manutenção de caprinos o valor de $2,19\text{ g/kg}^{0,75}\text{ PC}$. O valor encontrado neste estudo ($2,12\text{ g/kg}^{0,75}\text{ PC}$) foi 3,20% menor que o valor proposto por este comitê. Já o INRA (1989), baseado em dados do balanço de N de bodes propõe como exigência de proteína líquida para manutenção de caprinos o valor de $2,3\text{g/kg}^{0,75}\text{ PC}$, valor este 7,82% superior aos valores encontrados neste estudo.

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 ($r^2 = 0,73$): $BN = -0,28 \pm 0,18 \pm 0,10 + 0,017 * NI$, em que BN é o balanço de N em g de N/ $\text{kg}^{0,75}\text{ PCV}$ e NI é o consumo de N em g de N/ $\text{kg}^{0,75}\text{ PCV}$. Por esta equação, a exigência líquida de proteína para manutenção foi estimada em 1,75 g $PL_m/\text{kg}^{0,75}\text{ PCV}$ ou 1,48 g $PL_m/\text{kg}^{0,75}\text{ PC}$ (quando a NI = 0), cujo valor foi inferior ao estimado pela técnica do abate comparativo. A exigência dietética de proteína para manutenção (quando BN = 0) foi estimada em 2,8 g de PB/ $\text{kg}^{0,75}\text{ PCV}$ ou 2,37 g de PB/ $\text{kg}^{0,75}\text{ PC}$ cujo valor foi inferior ao estimado pela técnica do abate comparativo.

A exigência de proteína metabolizável para manutenção pode ser obtida pela razão entre exigência de proteína líquida para manutenção e a eficiência de utilização da proteína metabolizável para manutenção (K_{pm}). Dentre os sistemas de alimentação existe uma grande variação na k_{pm} : 0,85 para (ARC, 1980); 1,00 para (AFRC, 1998) e 0,67 para (NRC, 2001). Considerando a k_{pm} igual a 0,85, 1,00 e 0,67, a exigência de PM_m seria 2,94, 2,50 e 3,73 g/kg^{0,75}PCV, respectivamente, para cabritas com peso corporal variando de 30 a 45 kg.

A equação obtida entre a quantidade de proteína retida diariamente no ganho (g de proteína/kg^{0,75} PC) e a ingestão diária de PD (g de PD/ kg^{0,75} PC), resultou em uma exigência dietética de 2,09 g de PD/ kg^{0,75}PC para manutenção. O NRC (1981) propôs a exigência de PD para manutenção como sendo 2,82 g de PD/ kg^{0,75} PC, e o valor encontrado neste estudo foi 25,88% menor.

As variações nos valores de exigência de proteína para manutenção de 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 são necessários para acuradamente estimar as exigências protéicas para condições específicas de animais e alimentos (FERNANDES et al., 2007).

5. Conclusões

A exigência de proteína líquida para manutenção (PL_m) foi estimada em 2,12 g $PL_m/kg^{0,75}$ PC e a de proteína dietética em 3,08 g de PB/kg^{0,75} PC. A exigência líquida de proteína para ganho em peso (PL_g) variou entre 11,46 e 10,81 g/ 100 g de ganho de peso corporal, para animais pesando entre 30 e 45 kg.

A exigência líquida total de proteína (PL_t ; g/dia) para crescimento de cabritas Saanen foi estimada pelo modelo $PL_t = (2,5 * PCV^{0,75}) + (197,01 * PCV^{0,12} * GP)$ e, variou de 40,52 a 52,41 g/100 g de ganho de peso corporal/dia à medida que o peso corporal dos animais aumentou de 30 para 45 kg.

6. Referências

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH – AFRC. **The nutrition of goat**. Report N. 10. CAB International, Wallingford, UK. 1998.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. London: The Gresham Press, 1980. 351 p.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem. Arlington, VA.

ATTI. N., BOCQUIER, F., THE´RIEZ, M. et al. In vivo estimation of body composition from the dilution space of deuterium oxide in fat-tailed Barbary ewes. **Livestock Production Science**, v. 65, p. 39 – 45, 2000.

ATTI, N. Effect of a drastic and extended underfeeding on digestion in Barbary ewe. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.100, n.1-2, p.1-14, 2002.

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

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION - CSIRO. **Nutrient requirements of domesticated ruminants**. Collingwood: CSIRO Publishing, 2007. 296p.

ETHERIDGE, R.D.; PESTI, G.M.; FOSTER, E.H. A comparison of nitrogen values obtained utilizing the Kjeldahl nitrogen and Dumas combustion methodologies (Leco CNS 2000) on samples typical of an animal nutrition analytical laboratory. **Animal Feed Science and Technology**, v.73, p.21-28, 1998.

FERNANDES, M. H. M. R., RESENDE, K. T., TEDESCHI, L. O. et al. Energy and protein requirements for maintenance and growth of Boer crossbred kids. **Journal Animal Science**, 85: 1014 -1023, 2007.

FERREIRA, M. A., VALADARES FILHO, S. C.; COELHO da SILVA, J. F. et al. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de bovinos F1 Simental X Nelore – **Revista Brasileira Zootecnia**, v.28, n.2, p.352-360, 1998.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO [2008]. **Live animals**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>> Acesso em: 27/01/2011.

GALVANI, D. B. **Exigências e eficiência de utilização da energia e proteína por cordeiros confinados**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2008. 84p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

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

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

GRANT, A. L., HELFERICH, W. G. An overview of growth: In: PEARSON, A. M. DUTSON, T. R. (Ed). **Growth regulation in farm animals**. London: Elsevier Applied Science, 1991, p 1-15.

GRIMAUD, P. Effect of drastic undernutrition on digestion in zebu cattle receiving a diet based on rice straw. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.82, n.5, p.974-981, 1999.

GRIMAUD, P.; DOREAU, M. Effect of extended underfeeding on digestion and nitrogen balance in non lactating cows. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.73, n.1, p.211-219, 1995.

HOFFMAN, P.C.; ESSER, N.M.; BAUMAN, L.M. et al. Short communication: effect of dietary protein on growth and nitrogen balance of Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.843-847, 2001.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE - INRA. **Ruminant nutrition. Recommended allowances and feed tables**. Montrouge: John Libbey Eurotext, 1989. 389 p

MORENO, G. M. B., SOBRINHO, A. G. S., LEÃO, et al. Desempenho, digestibilidade, balanço de nitrogênio em cordeiros alimentado com silagem de milho ou cana de açúcar e dois níveis de concentrado . **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.853-860, 2010

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of goats: Angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries**. Washington: National Academy Press, 1989. 91 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th. Washington, DC: National Academy Press, 2001. 381 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids and new world camelids**. National Academy Press, Washington, DC, 384 p. 2006.

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

PANARETO, B. A. The relation of body composition to the tritiated water spaces of ewes and wethers fasted for short periods. **Aust. J. agric. Res.**,19, 267-72, 1968

PFANDER, W.H. Protein requirements. In: HAFEZ, E.S.E.; DYER, I.A. (eds.). **Animal growth and nutrition**. Philadelphia: Lea &Febiger, 1969. p.291-311.

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

SEJRSEN, K; PURUP, S. Influence of pre pubertal feeding level on milk potential of dairy heifers: a review. **Journal Animal. Science**. 1997. 75:828-835

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM – SAS. **User's guide**. Versão 9.1. Cary: 2001.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583–3590, 1991.

WILKERSON, V.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; BRITTON, R.A. et al. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2777-2784, 1993.

ZAMBOM, M. A., ALCALDE, C. R., MARTINS, E. N. et al. Curva de Lactação e Qualidade do Leite de Cabras Saanen Recebendo Rações com Diferentes Relações Volumoso:Concentrado. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.34, n.6, p.2515-2521, 2005 (supl.)

CAPÍTULO 3 – EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS EM ENERGIA PARA CRESCIMENTO DE CABRITAS SAANEN DOS 30 AOS 45 KG.

1. Introdução

Sabe-se que das raças caprinas especializadas para produção de leite, a raça Saanen é a mais difundida no mundo, com produção média de 2 a 3 litros de leite/dia (ZAMBOM et al., 2005). Entretanto, para que os animais sejam produtivos é necessário que a nutrição dos mesmos seja corretamente balanceada, desde a fase de crescimento, pois é durante esta fase que ocorre a formação completa e definitiva do tecido secretor da glândula mamária.

A concentração energética da dieta é um dos fatores que influenciam no desenvolvimento da glândula mamária e, conseqüentemente, na produção de leite. Animais que recebem dietas com elevada densidade energética dos três meses de idade até a puberdade e apresentam elevadas taxas de ganho de peso, poderão ter o desenvolvimento da glândula mamária comprometido, uma vez que o parênquima mamário (células secretoras de leite) será substituído por tecido adiposo (SERJSEN e PURUP, 1997). A deficiência de energia também afeta o desenvolvimento da glândula mamária, reduzindo a quantidade de tecido secretor formado e, a quantidade deste é o principal fator limitante da produção leiteira (SEJRSEN e PURUP, 1997).

O correto balanceamento das dietas deve ser feito mediante o conhecimento das exigências nutricionais. Entretanto, no tocante às fêmeas em crescimento, existe uma escassez de informações sobre as exigências nutricionais, principalmente no que diz respeito às exigências de energia

Diante disto, o objetivo deste estudo foi determinar as exigências líquidas de energia para crescimento de cabritas Saanen com peso corporal variando de 30 a 45 kg.

2. Material e métodos

Foram desenvolvidos dois experimentos para atingir os objetivos deste estudo, um experimento para a determinação da composição corporal e estimativa da exigência de energia para ganho em peso (Experimento 1) e outro, para a determinação da exigência de energia para manutenção (Experimento 2).

Ambos experimentos foram desenvolvidos na Universidade Estadual Paulista, câmpus de Jaboticabal – São Paulo, Brasil, localizada a 21° 14' 44.45" S e 48° 17' 43.55" W, altitude de 595 m, no período de novembro de 2008 a setembro de 2009.

Os valores médios da temperatura e umidade relativa do ar durante o período experimental estão descritos na tabela 1.

Tabela 1. Médias dos valores de mínima e máxima temperatura e umidade relativa do ar durante o período experimental

Temperatura (°C)		Umidade relativa do ar	
Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
19,46	30,3	50,1	88,6

2.1 Experimento 1 – Estimativas da composição corporal e das exigências de energia para ganho em peso

2.1.1 Animais

Foram utilizadas 18 cabritas da raça Saanen, com peso corporal inicial ($PC_{inicial}$) de 30 kg e idade média de sete meses. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em três tratamentos: T1 – animais abatidos com 30 kg de peso corporal (PC), T2 – animais abatidos com 38 kg de PC e T3 – animais abatidos com 45 kg de PC.

A duração média do período experimental para os animais abatidos aos 38 kg de peso corporal foi $109 \pm 5,45$ dias e para os animais abatidos aos 45 kg de peso corporal foi 181 ± 25 dias.

2.1.2 Dieta experimental

A dieta foi balanceada para atender as exigências nutricionais de animais em crescimento, de acordo com o NRC (2006), para ganho de 150 g por dia. O alimento foi oferecido sob forma de ração completa (15,07 % PB e 2952,97 kcal EM/kg de MS) onde o volumoso usado foi o feno de tifton e o concentrado a base de milho moído, farelo de soja, farelo de trigo, calcário, cloreto de amônia, premix mineral, bicarbonato e sal (Tabela 2).

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 08 e às 17 horas e, receberam o alimento à vontade de forma a garantir 20% de sobras.

Tabela 2. Composição química da dieta experimental, com base na matéria seca (% MS).

Ingredientes	Percentual		% MS					
	%*	% MS	EB	PB	EE	FDN	FDA	MM
Feno de tifton	24,72	85,73	3910,60	7,50	0,88	72,42	37,36	6,68
Farelo de soja	13,24	87,64	4394,00	46,85	1,69	13,94	7,19	5,91
Farelo de trigo	8,89	86,63	4146,33	16,05	3,34	38,74	11,21	4,98
Milho	49,82	86,00	4078,80	7,95	4,17	16,16	3,96	1,35
Premix mineral	0,33	92,95	-	-	-	-	-	76,72
Cloreto de amônia	0,98	99,21	-	-	-	-	-	97,68
Bicarbonato	0,33	99,87	-	-	-	-	-	98,54
Calcáreo	1,37	99,79	-	-	-	-	-	99,69
Sal	0,33	97,93	-	-	-	-	-	98,00
Dieta total	100,00	93,46	3949,13	15,07	2,03	28,15	13,73	6,26

*Participação na dieta em percentual na matéria seca;

EB = energia bruta (Kcal/kg MS); EE = extrato etéreo; FDA = fibra em detergente ácido; FDN = fibra em detergente neutro; MM = matéria mineral; MS = matéria seca; PB = proteína bruta.

2.1.3 Procedimentos de abate e amostragem

O controle do desenvolvimento ponderal dos animais foi realizado quinzenalmente com a pesagem dos mesmos, sempre antes do fornecimento da alimentação matinal. Os animais quando atingiram o peso determinado para abate foram submetidos a jejum sólido de 16 horas e ao término deste período foram pesados para a determinação do peso corporal em jejum (PCJ).

Os animais foram insensibilizados e posteriormente abatidos pela secção das veias jugulares e artérias carótidas. O sangue foi coletado e pesado. Foi realizada esfolia para a retirada da pele e coletadas amostras de diferentes pontos. Posteriormente, foi realizada a abertura do osso externo e da cavidade abdominal para a retirada dos órgãos e vísceras. O trato gastrintestinal (TGI) foi pesado antes e após a retirada do conteúdo. Este peso foi utilizado para a determinação de peso de corpo vazio (PCV), o qual foi encontrado subtraindo-se do PCJ, o peso do conteúdo do TGI e da bexiga.

Após a pesagem o corpo de cada animal (sangue, órgãos, cabeça, patas e carcaça) foi congelado a -10°C . Os corpos congelados foram picados em serra de fita, moídos e homogeneizados e foram retiradas três amostras representativas de todo o corpo do animal de aproximadamente 50 g. As amostras de pele foram picadas, moídas e homogeneizadas separadamente. Tanto as amostras de corpo como as de pele foram armazenadas em freezer para realização de análises laboratoriais.

2.1.4 Análises laboratoriais

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal – LANA, pertencente ao Departamento de Zootecnia da Unesp - Câmpus de Jaboticabal, SP.

As amostras congeladas do corpo e da pele dos animais foram liofilizadas por um período de 72 horas. Após a liofilização as amostras do corpo foram moídas em moinho de bola e as amostras de pele foram moídas em moinho multi – uso modelo TE – 631/2 com adição de aproximadamente 100 ml de nitrogênio líquido à amostra para permitir a moagem e, e assim a obtenção de amostra homogênea. O conteúdo de PB das amostras de pele não foi alterado pela adição de nitrogênio líquido.

Posteriormente as amostras de corpo e pele foram acondicionadas em recipientes plásticos, hermeticamente fechados.

Nas amostras de corpo e de pele foi determinado o conteúdo de matéria seca (MS) (AOAC, 1990; método número 930.15); matéria mineral (MM) (AOAC, 1990; método número 942.05); extrato etéreo (EE) (AOAC, 1990, método número 920.39); proteína bruta (PB) via método de combustão de Dumas (Leco model FP – 528 LC, Leco Corporation), como descrito por ETHERIDGE et al. (1998), e energia bruta (EB) pela utilização de bomba calorimétrica tipo “PARR”.

2.1.5 Composição corporal

A predição da composição corporal foi obtida por meio de equação alométrica logaritimizada que tem como variável dependente a quantidade de energia presente no corpo vazio e variável independente o PCV (Equação [1]; ARC, 1980).

$$\log_{10} y = a + b \log_{10} PCV, \text{ em que:} \quad [1]$$

$\log_{10}(y)$ = logaritmo da quantidade total de energia no corpo vazio (Mcal);

a = intercepto da equação de predição da composição corporal;

b = coeficiente de regressão da quantidade de energia em função do PCV;

$\log_{10}PCV$ = logaritmo do peso de corpo vazio (kg).

2.1.6 Composição do ganho em peso e exigência de energia para ganho em peso

Inicialmente foi estimada a composição de ganho em peso (Equação [2]; ARC, 1980), a qual foi calculada a partir da derivação da equação de regressão do logaritmo do conteúdo corporal deste constituinte, em função do logaritmo do PCV (Equação [1]).

$$y' = b10^a PCV^{(b-1)}, \text{ em que:} \quad [2]$$

Y' = exigência líquida de energia para ganho (Mcal/kg corpo vazio ganho);

a = intercepto da equação de predição do conteúdo corporal de energia;

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

PCV = peso de corpo vazio (kg).

A exigência líquida de energia para ganho (Mcal/kg PC ganho) foi estimada a partir da composição do ganho em peso, em que foi utilizado fator obtido da razão entre PC/PCV.

2.1.7 Análise estatística

Para o estudo da composição corporal o experimento foi montado em um delineamento inteiramente casualizado, constando de três tratamentos (três pesos de abate, 30, 38 e 45 kg de PC) e seis repetições por tratamento, sendo a unidade experimental representada por um animal, de acordo com o modelo a seguir:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}, \text{ em que:}$$

Y_{ij} = valor observado na parcela que recebeu o tratamento i na repetição j ;

μ = média geral da população;

T_i = efeito do tratamento i ;

e_{ij} = erro aleatório.

Para a estimativa da quantidade do componente presente no corpo vazio foi realizada a análise de regressão, de acordo com o modelo: $Y = a + b X$, o qual mostra o comportamento da variável dependente Y (Y = quantidade do componente presente no corpo vazio) em função da variável independente X (X = Peso de corpo vazio).

2.2 Experimento 2: Exigências de energia para manutenção

2.2.1 Animais

Foram utilizadas 24 cabritas da raça Saanen com PC_{inicial} de 30 kg de e idade média inicial de sete meses. Seis animais (referência inicial) foram abatidos no início do experimento, com 30 kg de PC para a estimativa da composição corporal inicial. Os demais animais foram distribuídos aleatoriamente em seis grupos de três animais, na qual cada grupo foi considerado como sendo um bloco e, os tratamentos foram sorteados entre os animais de cada grupo (alimentação à vontade, 30 e 60% de restrição).

O consumo de matéria seca (CMS) dos animais alimentados à vontade, determinou a quantidade a ser ofertada aos outros dois animais do mesmo grupo. O grupo foi abatido quando o animal alimentado à vontade atingiu 45 kg de PC.

A duração do período experimental para os animais utilizados para a estimativa da exigência de proteína para manutenção foi em média 181 ± 25 dias.

2.2.2 Dieta experimental

A dieta foi balanceada para atender as exigências nutricionais de animais em crescimento, de acordo com o NRC (2006), para ganho de 150 g por dia. Assim, como descrito para o Experimento 1, o alimento foi oferecido sob forma de ração completa (Tabela 2).

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 08 e às 17 horas. Os animais de alimentação à vontade receberam o alimento de forma a garantir 20% de sobras. Diariamente, antes do fornecimento da alimentação matinal as sobras foram retiradas, pesadas e amostradas e o consumo foi determinado pelo controle diário do alimento fornecido e recusado.

2.2.3 Ensaio de digestibilidade

Quando os animais alimentados à vontade de cada grupo atingiram por volta de 38 kg de PC, estes e os demais animais do grupo foram alojados em gaiola de metabolismo a qual permitia a separação de fezes e urina, para condução do ensaio de digestibilidade.

As amostras do alimento oferecido e recusado, das fezes e urina foram coletadas diariamente, durante cinco dias. A quantidade total diária de fezes e urina excretadas foi pesada em balança eletrônica com precisão de 0,1 g, 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 digestibilidade aparente dos constituintes da ração foi estimada pela diferença entre o consumido e o excretado nas fezes. A energia digestível (ED) foi calculada por meio da energia bruta (EB) do alimento oferecido, do recusado e das fezes. A energia metabolizável foi calculada por meio da ED menos a EB da urina e a energia dos produtos gasosos.

Os produtos gasosos da digestão (PG) e a energia dos produtos gasosos da digestão (EPG) foram calculados em função das equações a seguir (Equações [3] e [4]; BLAXTER e CLAPPERTON, 1965):

$$PG = 4,28 + 0,059 * CDE, \text{ em que:} \quad [3]$$

PG = produtos gasosos da digestão;

CDE = coeficiente de digestibilidade da energia (%);

$$EPG = PG * \text{ ingestão de EB}, \text{ em que:} \quad [4]$$

EPG = energia dos produtos gasosos da digestão;

PG = produtos gasosos da digestão;

Ingestão de EB = consumo de energia bruta (kcal)

2.2.4 Procedimentos de abate e amostragem

Quando os animais alimentados à vontade atingiram 45 kg de PC, estes e os demais animais do grupo foram abatidos. Os procedimentos de abate e amostragem foram realizados conforme descrito no Experimento 1.

2.2.5 Análises laboratoriais

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal – LANA, pertencente ao Departamento de Zootecnia da Unesp - Câmpus de Jaboticabal, SP.

Nas amostras dos ingredientes da ração, sobras e fezes foi determinado o conteúdo de matéria seca (MS) (AOAC, 1990; método número 930.15); matéria

mineral (MM) (AOAC, 1990; método número 942.05); extrato etéreo (EE) (AOAC, 1990; método número 920.39); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com a metodologia descrita por VAN SOEST et al. (1991) utilizando analisador de fibra ANKON²⁰⁰ (Ankon Technology Corporation); proteína bruta (PB) via método de combustão de Dumas (Leco model FP – 528 LC, Leco Corporation), como descrito por ETHERIDGE et al. (1998), e energia bruta (EB) pela utilização de bomba calorimétrica tipo “PARR”.

As amostras de corpo e de pele dos animais abatidos foram analisadas conforme descrito no Experimento 1

2.2.6 Exigência de energia para manutenção

A exigência de energia para manutenção foi estimada por meio da equação de regressão (Equação [5]) que relaciona o logaritmo da produção de calor em função da ingestão de energia metabolizável, conforme o seguinte modelo:

$$\text{Log}_{10}\text{Produção Calor} = a + b \text{ energia metabolizável ingerida, em que:} \quad [5]$$

$\text{Log}_{10}\text{Produção de calor}$ = logaritmo da produção de calor;

a = intercepto da equação de predição da exigência de energia para manutenção;

b = coeficiente de regressão da equação de predição da exigência de energia para manutenção;

Energia metabolizável ingerida = consumo de energia metabolizável ($\text{kcal/kg}^{0,75}$ PCV/dia).

A produção de calor foi encontrada a partir da diferença entre ingestão de energia metabolizável ($\text{kcal/kg}^{0,75}$ PCV/dia) e energia retida no corpo dos animais ($\text{kcal/kg}^{0,75}$ PCV/dia).

A exigência líquida de energia para manutenção (EL_m , kcal/kg^{0,75} PCV) foi considerada como sendo o antilog da regressão linear entre o log da produção de calor e a ingestão de energia metabolizável.

2.2.7 Análise estatística

Para o ensaio de digestibilidade foi adotado um delineamento em blocos casualizado e as variáveis avaliadas foram testadas de acordo com o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + b_i + e_{ij}, \text{ em que:}$$

Y_{ij} = valor observado na parcela que recebeu o tratamento i na repetição j ;

μ = média geral da população;

T_i = efeito do tratamento i ;

b_i = efeito do bloco i ;

e_{ij} = erro aleatório.

Para a determinação da exigência de energia para manutenção foi realizada análise de regressão, de acordo com o modelo: $Y = a + bX$, o qual mostra o comportamento da variável dependente Y (Y = logaritmo da produção de calor) em função da variável independente X (X = consumo de energia metabolizável).

3. Resultados

3.1 Composição corporal, composição do ganho em peso e exigência de energia para ganho em peso corporal

Na Tabela 3 está apresentada a composição corporal de cabritas Saanen abatidas aos 30, 38 e 45 kg de PC. Observa-se que as concentrações de água, cinzas e proteína diminuíram com o aumento do PC e as concentrações de gordura e energia apresentaram comportamento inverso.

Tabela 3. Composição corporal final de cabritas Saanen abatidas aos 30, 38 e 45 kg de peso corporal.

Variáveis	Peso ao abate, Kg		
	30	38	45
Período experimental (dias)	-	109 $\pm$ 5,45	181 $\pm$ 25,00
PC (kg)	30,10 $\pm$ 0,22	38,27 $\pm$ 0,38	45,50 $\pm$ 0,14
PCJ (kg)	28,97 $\pm$ 0,26	36,88 $\pm$ 0,20	44,11 $\pm$ 0,15
PCV (kg)	23,73 $\pm$ 0,46	31,63 $\pm$ 0,31	39,48 $\pm$ 0,29
Composição corporal			
Água (% PCV)	60,12 $\pm$ 2,12 ^a	55,40 $\pm$ 2,05 ^b	51,34 $\pm$ 1,63 ^c
Cinzas (%PCV)	4,44 $\pm$ 1,27	3,74 $\pm$ 0,48	3,24 $\pm$ 0,71
Proteína (%PCV)	15,99 $\pm$ 0,74	15,05 $\pm$ 0,42	15,03 $\pm$ 0,89
Gordura (%PCV)	19,47 $\pm$ 2,69 ^c	24,98 $\pm$ 2,35 ^b	30,00 $\pm$ 2,09 ^a
Energia (Mcal/kg PCV)	2,72 $\pm$ 0,21 ^c	3,19 $\pm$ 0,20 ^b	3,66 $\pm$ 0,16 ^a

^{a, b, c} médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si ($P < 0,05$); PC = peso corporal, PCJ= peso corporal após jejum, PCV = peso de corpo vazio

A composição corporal obtida pela equação alométrica logaritmizada e a composição do ganho em peso está descrita na Tabela 4.

Tabela 4. Composição corporal e composição corporal do ganho em peso em energia de cabritas Saanen em crescimento, com peso corporal variando de 30 a 45 kg.

Variável	Peso corporal, kg				Equação de regressão	p
	30	35	40	45		
PCV (kg)	24,54	26,69	34,84	39,99	$PCV = -6,36 \pm 1,26 + 1,03 \pm 0,034 PC$	<0,0001
Composição corporal						
Matéria seca (g/kg PCV)	102,4	132,6	164,9	198,9	$\text{Log (y)} = 2,12 \pm 0,08 + 1,36 \pm 0,05 \text{ Log PCV}$	<0,0001
Gordura (g/kg PCV)	208,70	244,08	278,29	311,60	$\text{Log (y)} = 1,18 \pm 0,17 + 1,82 \pm 0,11 \text{ Log PCV}$	<0,0001
Energia (Mcal/kg PCV)	2,63	2,94	3,23	3,50	$\text{Log (y)} = 2,60 \pm 0,13 + 1,59 \pm 0,089 \text{ Log PCV}$	<0,0001
Composição do ganho em peso					Equação para predição da exigência EL_g	
Energia (Mcal/kg GPCV)	4,18	4,68	5,14	5,68	$Y' = 639,99 PCV^{0,59}$	

PCV = peso de corpo vazio; GPCV = ganho em peso de corpo vazio.

Para converter as exigências líquidas de energia para ganho em peso de corpo vazio (GPCV) em exigências líquidas para ganho em peso corporal (GPC), recomenda-se utilizar a equação encontrada $PCV = -6,36 \pm 1,26 + 1,03 \pm 0,034 PC$ e o fator de correção médio (1,17) obtido da relação PC/PCV (Tabela 3).

Tabela 5. Exigência de energia líquida para ganho em peso corporal (EL_g) para cabritas Saanen em crescimento.

PC, kg	EL_g (Mcal/kg GPC)
30,0	3,57
35,0	4,00
40,0	4,39
45,0	4,85

PC = peso corporal; GPC = ganho em peso corporal; $EL_g = 639,99 PCV^{0,59}$.

3.2 Exigência de energia para manutenção

Para a determinação das exigências de energia para manutenção foram utilizadas 21 cabritas Saanen, uma vez que, em virtude de problemas na câmara fria, local onde eram armazenados os corpos dos animais logo após o abate,

foram perdidos três animais. Destes, um animal era do tratamento submetido a 30% de restrição alimentar e dois animais eram do tratamento submetido a 60% de restrição alimentar.

O desempenho e a composição corporal final de cabritas Saanen em crescimento submetidas à restrição alimentar está descrita na Tabela 6.

Tabela 6. Desempenho e composição corporal final de cabritas Saanen em crescimento submetidas à restrição alimentar.

Variável	Nível de restrição (%)			P
	0	30	60	
Período experimental (dias)	181 ± 25	181 ± 25	181 ± 25	-
PC inicial (kg)	29,83±0,11	29,58±0,55	28,47±0,33	0,0412
PC final (kg)	45,5±0,14 ^a	35,40±0,62 ^b	30,47±1,36 ^c	<0,0001
PCV inicial (kg)	22,54±0,01 ^a	22,39±0,06 ^a	22,36±0,01 ^b	0,0036
PCV final (kg)	39,40±0,26 ^a	30,89±0,90 ^b	23,55±1,24 ^c	<0,0001
CMS (g/dia)	1071,62 ± 205,22 ^a	679,09 ± 121,76 ^b	410,78 ± 77,52	<0,0001
CEB (Mcal/dia)	4,63 ± 9,40 ^a	2,92 ± 5,78 ^b	1,59 ± 2,96 ^c	<0,0001
GP diário (g/dia)	86,57 ± 26,73 ^a	32,15 ± 14,20 ^b	11,05 ± 5,1 ^b	0,0001
Composição corporal				
Água (% PCV)	48,65 ± 1,63 ^a	42,61 ± 3,21 ^b	39,60 ± 3,94 ^c	0,0010
Cinzas (% PCV)	3,24 ± 0,71	3,93 ± 0,22	3,78 ± 0,57	0,1390
Proteína (%PCV)	15,03 ± 0,89 ^a	16,30 ± 0,79 ^{ab}	17,01 ± 0,94 ^b	0,0113
Gordura (%PCV)	30,00 ± 2,09 ^a	22,47 ± 3,27 ^b	18,68 ± 4,31 ^c	0,0003
Energia (Mcal/kg PCV)	3,51 ± 0,19 ^a	2,84 ± 0,36 ^{ab}	2,42 ± 0,32 ^b	0,0002

^{a, b, c} médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si ($P < 0,05$); PC = peso corporal, PCJ= peso corporal após jejum, PCV = peso de corpo vazio; GP = ganho de peso.

Os valores médios da digestibilidade aparente estão descritos na Tabela 7.

Tabela 7. Médias e erro padrão para o peso corporal (PC), consumo de matéria seca (CMS) e energia bruta (CEB), energia bruta (EB) das fezes e urina, coeficientes de digestibilidade da matéria seca (DMS) e energia bruta (DEB), energia dos produtos gasosos (EPG), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) e metabolizabilidade (q_m), obtidos durante o ensaio de digestibilidade de cabritas Saanen em crescimento submetidas à restrição alimentar.

Variáveis	Nível de restrição (%)			P
	0	30	60	
PC (kg)	37,80 $\pm$ 0,3 ^a	32,00 $\pm$ 0,3 ^b	26,12 $\pm$ 0,4 ^c	<0,0001
CMS (kg/dia)	1,13 $\pm$ 0,68 ^a	0,796 $\pm$ 0,70 ^b	0,492 $\pm$ 0,72 ^c	<0,0001
CEB (Mcal/dia)	4,62 $\pm$ 0,28 ^a	3,29 $\pm$ 0,29 ^b	2,03 $\pm$ 0,30 ^c	<0,0001
DMS (%)	72,10 $\pm$ 2,8	75,63 $\pm$ 1,5	74,97 $\pm$ 3,6	0,5913
DEB (%)	70,24 $\pm$ 2,96	74,98 $\pm$ 3,24	72,70 $\pm$ 3,62	0,5822
EB fezes (Mcal/dia)	1,39 $\pm$ 0,13 ^a	0,82 $\pm$ 0,15 ^b	0,46 $\pm$ 0,11 ^c	<0,0001
EB urina (kcal/dia)	88,75 $\pm$ 17,43 ^a	49,45 $\pm$ 18,45 ^b	23,41 $\pm$ 12,48 ^c	<0,0001
EPG (Mcal/dia)	0,38 $\pm$ 0,02 ^a	0,28 $\pm$ 0,03 ^{ab}	0,15 $\pm$ 0,03 ^b	0,0006
ED (Mcal/kg)	2,89 $\pm$ 0,12	3,09 $\pm$ 0,13	2,98 $\pm$ 0,14	0,5525
EM (Mcal/kg)	2,86 $\pm$ 0,12	3,06 $\pm$ 0,13	2,95 $\pm$ 0,14	0,5483
q_m	0,69 $\pm$ 0,23	0,74 $\pm$ 0,03	0,72 $\pm$ 0,03	0,5774

EPG = energia dos produtos gasosos, calculada de acordo com BLAXTER & CLAPPERTO (1965);
a, b, c médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si ($P < 0,05$).

As exigências de energia para manutenção de cabritas Saanen em crescimento cabritos foram calculadas a partir da equação de regressão entre logaritmo da produção de calor e ingestão de energia metabolizável (Figura 1).

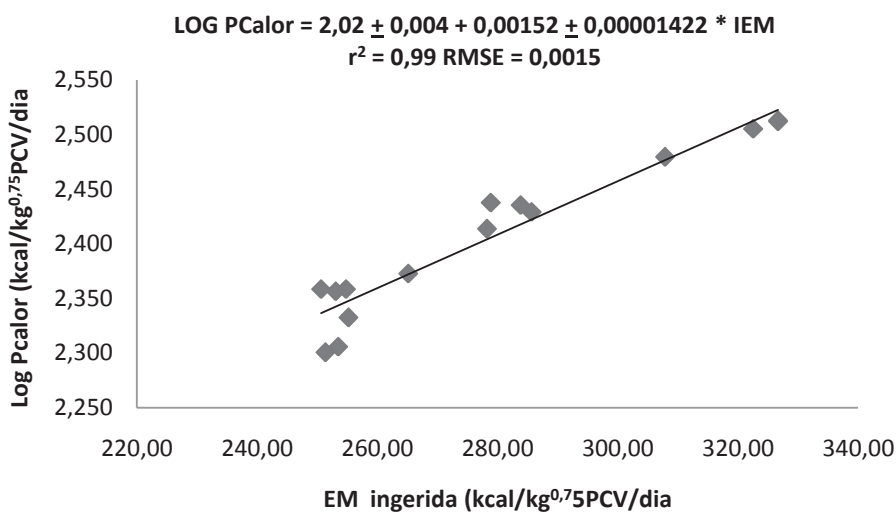


Figura 1. Relação entre o logaritmo da produção de calor (kcal/kg^{0.75}PCV/dia) e ingestão de energia metabolizável (kcal/kg^{0.75}PCV/dia), em cabritas Saanen com peso corporal variando de 30 a 45 kg.

A exigência de energia líquida para manutenção (EL_m) foi estimada como sendo a produção de calor quando a ingestão de energia metabolizável foi igual a zero. Para cabritas Saanen em crescimento com peso corporal variando de 30 a 45 kg, a EL_m foi estimada como sendo igual a 104,71 kcal/kg^{0.75}PCV/dia ou 88,74 kcal/kg^{0.75}PC/dia.

A exigência de energia metabolizável para manutenção (EM_m) foi estimada considerando-se o ponto de equilíbrio no qual a produção de calor foi igual à IEM. Para os animais deste estudo foi considerada como sendo igual a 261,56 kcal/kg^{0.75}PC/dia.

3.3 Modelo para estimar a exigência total de energia líquida para crescimento de cabritas Saanen

Para a determinação da exigência líquida de energia total para crescimento de cabritas Saanen foi proposto modelo a seguir (Equação [6]):

$$EL_t = (104,71 * PCV^{0,75}) + (639,99 * PCV^{0,59} * GP) \text{ em que:} \quad [6]$$

EL_t = exigência líquida de energia total (kcal/dia);

PCV = peso de corpo vazio (kg);

GP = ganho de peso (kg/dia).

Na tabela 8 estão descritos os valores para a exigência total de energia líquida de cabritas Saanen em crescimento para ganho de 100 g/dia obtidos pelo somatório das exigências estimadas (manutenção + ganho) e estimados pelo modelo gerado.

Tabela 8. Exigência total de energia líquida de cabritas Saanen em crescimento, para ganho de 100 g/dia, obtidos pelo somatório das exigências estimadas (manutenção + ganho) e obtidos pelo modelo gerado.

Peso corporal (kg)	$EL_m + EL_g$ (Mcal/dia) ¹	PL_t (Mcal/dia) ²
30	1,48	1,58
35	1,68	1,67
40	1,86	2,02
45	2,04	2,22

¹ EL_m = exigência líquida de energia para manutenção; EL_g = exigência líquida de energia para ganho em peso;

² EL_t = exigência de energia líquida total, obtida de acordo com : $EL_t = (104,71 * PCV^{0,75}) + (639,99 * PCV^{0,59} * GP)$.

4. Discussão

4.1 Composição corporal, composição do ganho em peso e exigência de energia para ganho em peso corporal.

Segundo o AFRC (1993) à medida que os animais se aproximam do peso à maturidade, observa-se um aumento progressivo na proporção de gordura e concomitante decréscimo na proporção de água, proteína e minerais. Isto se deve ao fato de que o tecido adiposo apresenta crescimento tardio em relação ao crescimento corporal, aumentando a sua taxa de deposição quando as taxas de deposição dos demais tecidos estão na fase descendente (LAWRENCE e FOWLER, 2002).

Com relação à composição do ganho em peso observa-se que esta seguiu a mesma tendência da composição corporal, ou seja, houve incremento de 35,88% na concentração de energia com a elevação do peso corporal de 30 para 45 kg, refletindo o aumento na deposição de gordura que foi de 49,24%.

FERNANDES et al. (2007) e GALVANI et al., (2008) também verificaram que as quantidades de gordura e, conseqüentemente de energia, depositadas por kg de ganho foram crescentes em caprinos e ovinos.

O NRC (2001) define exigência líquida de energia para ganho em peso corporal como sendo a quantidade de energia depositada nos tecidos corporais, que por sua vez, é função das proporções de gordura e proteína depositadas no ganho. Devido ao aumento da deposição de tecido adiposo como o avançar da idade, observa-se que a exigência de energia para ganho em peso aumenta à medida que o peso corporal se eleva.

O NRC (1981) preconiza como exigência líquida de energia para ganho em peso corporal 4,0 Mcal/kg GPC independente do tamanho e do peso do animal. O valor encontrado neste estudo para a exigência de EL_g de cabritas com 30 kg de peso corporal foi inferior ao valor preconizado por este comitê. Entretanto, quando

os animais atingiram 45 kg de PC, a exigência de EL_g mostrou-se maior que o valor predito pelo NRC (1981).

O AFRC (1993) apresenta uma equação que prediz a energia retida no corpo do animal por dia, sendo: $EL_g = (GP * VE_g)$, em que GP é o ganho de peso corporal e VE_g é o valor energético do ganho de peso, obtido pela equação: $VE_g = 4,972 + 0,3274 * PC$.

Desse modo, de acordo com o AFRC (1993), a exigência EL_g para uma cabrita de 30 kg de PC seria 2,22 Mcal/kg ganho de PC ao passo que para um animal com 45 kg de PC seria 2,96 Mcal/kg ganho de PC. Estes valores foram 35,83% e 41,15% menores que os valores estimados para cabritas com 30 e 45 kg de PC, respectivamente.

Para converter as exigências de energia líquida em exigências de energia metabolizável para ganho de peso, torna-se necessário conhecer a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso (K_{eg}). Para tal, a eficiência de utilização foi estimada a partir da equação predita pelo ARC (1980): $K_{eg} = 0,78q_m + 0,006$ em que, q_m foi à média das metabolizabilidades encontradas para cada tratamento ($q_m = 0,72$).

Para o AFRC (1993), o requerimento de energia metabolizável para ganho em peso corporal é igual à exigência líquida de energia para ganho em peso corporal, dividida pela eficiência de uso da energia metabolizável para ganho (K_{eg}), ou seja, para uma cabrita de 30 kg de PC a EM_g seria 3,08 Mcal/kg ganho de PC e para uma cabrita de 45 kg de PC seria 4,11 Mcal/kg ganho de PC. Os valores estimados para este estudo foram 4,80 e 7,04 Mcal/kg ganho de PC para um animal de 30 e 45 kg de PC, respectivamente.

O NRC (2006) estima a EM_g como sendo 5,52 Mcal/kg ganho de PC, logo, os valores encontrados neste estudo foram superiores ao valor predito por este comitê.

As diferenças nas exigências de energia para ganho em peso corporal observadas quando se utiliza os valores preconizados pelos comitês internacionais são devidas ao fato de que o conteúdo de gordura no ganho é

influenciado por fatores como raça, sexo, peso corporal e nível de ganho (GEAY, 1984).

4.2 Ensaio de digestibilidade, desempenho e exigência de energia para manutenção

4.2.1 Ensaio de digestibilidade

Sabe-se que existe uma relação negativa entre a ingestão e a digestibilidade de uma mesma dieta, ou seja, o aumento do consumo acarreta menor tempo de permanência dos alimentos no rúmen e, conseqüentemente, redução da digestibilidade. Entretanto, neste estudo, a digestibilidade aparente da matéria seca e da energia bruta não diferiu entre os três níveis de ingestão. Uma possível explicação para tal fato foi especulada por alguns autores, os quais relataram que em condições de ingestão muito baixa, a digestibilidade da dieta pode permanecer constante (GRIMAUD e DOREAU, 1995) ou decrescer (GRIMAUD et al., 1999), possivelmente devido à limitação da atividade microbiana (ATTI, 2002).

Segundo o NRC (2006), em geral quando o consumo aumenta, a quantidade de energia bruta liberada nas fezes aumenta e a energia digestível diminui em função da redução do tempo de permanência da digesta no rúmen e dos fatores que influenciam a capacidade e a motilidade do TGI. Entretanto, segundo este mesmo comitê, isto pode não ser aplicado para todas as dietas, como pode ser observado para a dieta utilizada neste estudo.

Com relação à perda energia pelos produtos gasosos observa-se que houve diferença estatística entre os animais alimentados à vontade e os animais submetidos a 60% de restrição alimentar. De acordo com o NRC (2006) a energia perdida como gases é consequência dos processos digestivos, principalmente a fermentação e o principal gás responsável por esta perda de energia é o metano.

Em ruminantes a produção de gases corresponde de 5 a 8% do total de energia bruta consumida (NRC, 2006). No presente estudo, a energia perdida como produtos gasosos pelos animais alimentados à vontade correspondeu a 8,22% do total de energia bruta consumida, para os animais submetidos a 30% de restrição alimentar correspondeu a 8,51% e os animais submetidos a 60% de restrição alimentar produziram gases em quantidade equivalente a 7,38% da energia bruta ingerida.

4.2.2 Desempenho e exigência de energia para manutenção

Como era esperado, o consumo de matéria seca e de energia foi maior para os animais consumindo à vontade em comparação aos animais de consumo restrito e, conseqüentemente, cabritas com consumo à vontade apresentaram maiores ganhos de peso. Entretanto, a resposta animal obtida foi menor que a esperada quando do cálculo de ração. Uma das razões que explica este menor ganho do peso dos animais é a fase de crescimento que os animais se encontravam. O crescimento de cabritos desde o nascimento, em condições ambientais adequadas, é descrito como uma curva sigmóide com duas fases distintas, que se caracterizam por tendências bastante diferentes. Na primeira fase, o crescimento é acelerado com taxas elevadas de ganho de peso, em razão do desenvolvimento dos tecidos ósseo e muscular, ocorrendo maior síntese de tecido muscular em relação ao adiposo. A segunda fase, fase esta que os animais deste estudo se encontravam, caracteriza-se pela redução na intensidade de crescimento corporal, com menor ganho de peso e maior deposição de tecido adiposo e, conseqüentemente, maior retenção de energia (OWENS et al., 1993)

Exigência de energia para manutenção é definida como 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 consumindo alimento suficiente para

manter a quantidade de energia corporal estática, ou seja, incremento calórico com balanço energético zero (NRC,1981).

A eficiência parcial da utilização de energia para manutenção (k_{em}) foi calculada como sendo a EL_m dividida pela EM_m . ($k_{em} = 0,40$). O ARC (1980) e o AFRC (1993) sugeriram o cálculo de k_m em função da metabolizabilidade da dieta (q_m), obtida pela razão entre a EM e a EB dietética ($k_{em} = 0,503 + 0,35 \times q_m$). Com base nesta equação e no valor de q_m médio observado no presente estudo ($q_m = 0,72$) a eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção, estimada por estes Sistemas, foi de 0,75. Este valor é superior ao encontrado neste estudo, e sua adoção implicaria em uma subestimativa das exigências de energia metabolizável para manutenção.

O NRC (1989) preconiza como EM_m 101,38 kcal/kg^{0,75}PC/dia. Observa-se que os valores estimados por este comitê foram inferiores aos valores encontrados.

O NRC (2006) propõe que os valores de EM_m sejam diferentes em função do genótipo dos animais, ou seja, os valores de Em_m são separados para quatro grandes grupos raciais (animais para carne (> 50% Boer), animais leiteiros, animais nativos e animais Angorá). A EM_m preconizada por este comitê para animais leiteiros é 139 kcal/kg^{0,75}PC, valor este inferior ao estimado neste estudo.

5. Conclusões

A exigência líquida de energia diária para manutenção (EL_m) foi estimada em 88,74 kcal/kg^{0,75}/dia. A exigência líquida de energia para ganho em peso (EL_g) variou entre 357 e 485 kcal/ 100 g de ganho de peso corporal, para animais pesando entre 30 e 45 kg.

A exigência líquida total de energia (EL_t ; kcal/dia) para crescimento de cabritas Saanen em crescimento foi estimada pelo modelo $EL_t = (104,71 * PCV^{0,75}) + (639,99 * PCV^{0,59} * GP)$ e, variou de 1577,36 a 2229,20 kcal/100 g de ganho/dia à medida que o peso corporal dos animais aumentou de 30 para 45 kg.

6. Referências

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. London: The Gresham Press, 1980. 351 p.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal.Chem. Arlington, VA.

ATTI, N. Effect of a drastic and extended underfeeding on digestion in Barbary ewe. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.100, n.1-2, p.1-14, 2002.

BALDWIN, R. L., SMITH, N. E., TAYLOR, J. et al. Manipulating metabolic parameters to improve growth rate and milk secretion. **Journal Animal Science**, 51(6):1416-1428, 1980.

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.

ETHERIDGE, R.D.; PESTI, G.M.; FOSTER, E.H. A comparison of nitrogen values obtained utilizing the Kjeldahl nitrogen and Dumas combustion methodologies (Leco CNS 2000) on samples typical of an animal nutrition analytical laboratory. **Animal Feed Science and Technology**, v.73, p.21-28, 1998.

FERNANDES, M. H. M. R., RESENDE, K. T., TEDESCHI, L. O. et al. Energy and protein requirements for maintenance and growth of Boer crossbred kids. **Journal Animal Science**, 85: 1014 -1023, 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO [2008]. **Live animals**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org> > Acesso em: 27/01/2011.

GALVANI, D. B., PIRES, C. C., KOZLOSKI, G. V., WOMMER, T. P. Energy requirements of Texel crossbred lambs. **Journal Animal Science**, 86:3480-3490, 2008.

GEAY, Y. 1984. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal Animal Science**, 58(3):766-778.

GRIMAUD, P. Effect of drastic undernutrition on digestion in zebu cattle receiving a diet based on rice straw. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.82, n.5, p.974-981, 1999.

GRIMAUD, P.; DOREAU, M. Effect of extended underfeeding on digestion and nitrogen balance in non lactating cows. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.73, n.1, p.211-219, 1995.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids and new world camelids**. National Academy Press, Washington, DC, 384 p. 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th. Washington, DC: National Academy Press, 2001. 381 p.

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

PAULINO, M. F., FONTES, C. A. A., JORGE, A. M. et al. Exigências de Energia para Manutenção de Bovinos Zebuínos Não-Castrados em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.621-626, 1999.

SEJRSEN, K; PURUP, S. Influence of pre pubertal feeding level on milk potential of dairy heifers: a review. **Journal Animal. Science**. 1997. 75:828-835.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM – SAS. **User's guide**. Versão 9.1. Cary: 2001.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583–3590, 1991.

ZAMBOM, M. A., ALCALDE, C. R., MARTINS, E. N. et al. Curva de Lactação e Qualidade do Leite de Cabras Saanen Recebendo Rações com Diferentes Relações Volumoso:Concentrado. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.34, n.6, p.2515-2521, 2005 (supl.)

CAPÍTULO 4 – IMPLICAÇÕES

Diante dos resultados encontrados neste estudo para exigência de proteína e energia, observa-se que a maioria das exigências estimadas pelos comitês internacionais para cabritas Saanen em crescimento, como PC variando de 30 a 45 kg, foram diferentes dos valores encontrados.

O desbalanceamento da quantidade de proteína na dieta pode levar a redução do consumo e, consequentemente, desempenho animal, uma vez que, a deficiência desse nutriente limita o crescimento microbiano e reduz a digestibilidade da parede celular do alimento.

O excesso de proteína na dieta também pode reduzir o consumo em virtude da toxidez causada pelo excesso de liberação de amônia. A amônia presente no rúmen é originária da degradação da proteína verdadeira da ração, do nitrogênio não protéico da ração, do N reciclado para o rúmen na forma de uréia e da degradação das células microbianas mortas no rúmen. Quando a produção de amônia presente excede a capacidade de utilização pelos microrganismos ruminais, ocorre acúmulo dessa fonte de N no rúmen. A amônia em excesso é removida, principalmente, por difusão passiva através do epitélio ruminal e imediatamente transportada pelo sistema porta para o fígado onde é metabolizada em uréia, pois sua forma livre é tóxica para o animal. A formação das moléculas de uréia implica em gasto energético para o animal, e o excesso de uréia formado é eliminado via urina ou leite, resultando em desperdício de N.

Além de influenciar no crescimento animal, o fornecimento de proteína abaixo ou acima das exigências influencia o potencial reprodutivo do animal e o desenvolvimento da glândula mamária e, consequentemente, a produção de leite.

A deficiência de proteína na dieta causa supressão do estro, reduz as taxas de concepção, pode provocar reabsorção fetal, parto prematuro e nascimento de crias fracas.

O excesso de proteína na dieta resulta em elevadas concentrações de nitrogênio uréico no plasma, no leite e na urina. Um mecanismo proposto para a

possível influência negativa da PB sobre a fertilidade é que o excesso de PB ingerida, por desencadear aumento na concentração de nitrogênio uréico no plasma, resultando em efeitos tóxicos no espermatozóide, óvulo e no desenvolvimento embrionário.

O desbalanceamento da quantidade de energia na dieta também interfere no consumo. O fornecimento de dietas com excesso de energia acarreta redução do consumo, pode aumentar a deposição de gordura na carcaça, além de influenciar no desenvolvimento da glândula mamária (substituição do parênquima mamário pelo tecido adiposo) e causar transtornos reprodutivos (redução na taxa de concepção, distocias e retenção de placenta).

O déficit de energia na dieta provoca diminuição do crescimento e do ganho de peso, atrasa a idade à puberdade, aumenta a idade de abate, prejudica o desenvolvimento da glândula mamária (reduz a quantidade de tecido secretor formado), além de resultar em menor resistência a doenças e afetar o desempenho reprodutivo.

No Brasil, a utilização dos valores de exigência de proteína e energia preconizados pelos comitês internacionais pode interferir negativamente na produtividade e na lucratividade dos sistemas de produção.

Sendo assim, ainda são necessários vários estudos sobre exigências nutricionais, com o objetivo de criar uma base de dados confiável para que possa ser utilizada para os animais criados nas condições brasileiras. Além disso, é necessário a agregação dos resultados existentes através da formação de grupos de pesquisa, comitês e/ou institutos, dos quais participem pesquisadores capacitados para transformar o conhecimento científico em prático, passível de ser utilizado pelo produtor e dessa forma aumentar a contribuição da ciência para a pecuária nacional.