

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE
CAPRINOS SAANEN MACHOS DOS 30 AOS 45 KG
DE PESO VIVO

Helen Fernanda Barros Gomes
Zootecnista

JABOTICABAL – SP - BRASIL

Dezembro de 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE
CAPRINOS SAANEN MACHOS DOS 30 AOS 45 KG
DE PESO VIVO

Helen Fernanda Barros Gomes

Orientador: Prof. Dr. KLEBER TOMÁS DE RESENDE

Co-Orientadores: Profa. Dra. IZABELLE A. M. DE A. TEIXEIRA

Prof. Dr. AMÉRICO G. DA SILVA SOBRINHO

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

JABOTICABAL – SP - BRASIL

Dezembro de 2011

Gomes, Helen Fernanda Barros
Composição corporal e exigências nutricionais de caprinos
G633c Saanen machos dos 30 aos 45 kg de peso vivo. / Helen Fernanda
Barros Gomes. -- Jaboticabal, 2011
xv, 133 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011

Orientador: Kleber Tomas de Resende

Co-Orientadores: Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida Teixeira,
Américo Garcia da Silva Sobrinho.

Banca examinadora: Renata Helena Branco Arnandes, Márcia
Helena da Rocha Fernandes, Heraldo Cesar Gonçalves, Jane Maria
Bertocco Ezequiel.

Bibliografia

1. Comportamento. 2. Energia. 3. Minerais. 4. Proteína.
5. Regressão. 6. Seletividade. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636:39:636.085

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

HELEN FERNANDA BARROS GOMES – filha de Douglas Sebastião de Souza Gomes e Heloisa Maria de Barros Gomes, nasceu em Itararé, São Paulo, em 23 de setembro de 1981. Em dezembro de 2004, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), em Botucatu - SP, onde inspirada por seus professores aprendeu a gostar do trabalho com pequenos ruminantes. Trabalhou durante o ano de 2005 como representante comercial e técnica da Empresa Minerthal Produtos Agropecuários e Veterinários Ltda., mas por encontrar-se longe de seus ideais decidiu voltar à universidade e retomar seus estudos. Concluiu o mestrado em fevereiro de 2008 pela UNESP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), campus de Botucatu – SP, trabalhando com qualidade de carcaça e carne de caprinos, assim como com modelos de predição de composição da carcaça desses animais; dissertação essa, sob orientação do Prof. Dr. Heraldo Cesar Gonçalves, premiada pela Sociedade Brasileira de Zootecnia, com a Menção Honrosa do prêmio “Otávio Domingues”. Em março deste mesmo ano iniciou o curso de doutorado pela UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), campus de Jaboticabal – SP, com orientação do Prof. Dr. Kleber Tomás de Resende. Durante o segundo ano de seu doutoramento foi aprovada em concurso público federal como docente da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), campus de Sinop – MT, onde leciona e reside.

A *DEUS*, acima de tudo, sempre.

AGRADEÇO.

À Nossa Senhora das Graças, Nossa Senhora Aparecida e São Jorge,
pela ajuda proteção e intercessão.

AGRADEÇO.

Ao meu amado esposo Angelo, pelo companheirismo, paciência, ajuda e
amor incondicional.

DEDICO.

Aos meus queridos pais, Douglas e Heloisa, pelo imenso amor e
dedicação; e por estarem sempre presentes em minha vida,
me amparando e amando.

À minha grande família: minha irmã, Jéssica; meus tios, tias e primos;
aos meus sogros, cunhados e sobrinhas;
por estarem sempre presentes,
tornando cada dia mais alegre.

OFEREÇO.

A sabedoria não nos é dada, é preciso descobri-la por nós mesmos depois de uma viagem que ninguém nos pode poupar ou fazer por nós.

(Marcel Proust)

Onde tantos olham para terra, que eu saiba olhar para o céu.

(Pe. Atílio Hartmann)

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Kleber Tomás de Resende pela orientação, compreensão e amizade.

À Profa. Dra. Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida Teixeira, por sua ajuda incondicional, explicações pacientes e amizade.

À Direção desta Instituição, à Chefia do Departamento de Zootecnia e dos Setores de Caprinocultura e Ovinocultura pela autorização e concessão dos meios necessários para o desenvolvimento deste experimento.

Aos colegas Samuel Figueiredo de Souza, Daiana de Oliveira e Bruno Biagiolli, pela imprescindível ajuda, amizade e colaboração na realização deste experimento.

Aos demais colegas da “Cabritolândia” pela ajuda nos mutirões e abates.

Aos funcionários Carlos Conte e Oswaldo Ferrari Junior, pela colaboração e grandiosa ajuda na condução deste experimento.

Ao Prof. Dr. Américo Garcia Silva Sobrinho, pela concessão do Setor de Ovinocultura para a realização deste experimento e pela co-orientação; e ao funcionário João Luiz Guariz, pela ajuda.

À Profa. Dra. Jane Maria Berttoco Ezequiel, pelo empréstimo dos equipamentos para moagem do feno utilizado na alimentação dos animais desta pesquisa.

À Profa. Dra. Nilva Kazue Sakomura, pelo empréstimo do equipamento para moagem das carcaças, assim como ao funcionário Robson Fernando Santos, pelo auxílio no procedimento.

Ao Prof. Dr. João Pizzauro, pelo empréstimo de equipamentos essenciais ao processamento das amostras.

Ao Prof. Dr. Alexandre Sampaio, pela valiosa colaboração na realização das análises laboratoriais.

À Adriana Elisabete Takakura, secretária do departamento de zootecnia, pela ajuda.

Aos funcionários do departamento de Zootecnia, da fábrica de ração, da biblioteca, do laboratório de nutrição animal, do laboratório de ruminantes e do laboratório central, pela presteza e disposição.

À Pesquisadora Dra. Rosana Possenti, do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa, pela amizade e ajuda na realização das análises de energia.

À Profa. Dra. Telma T. Berchielli, Profa. Dra. Jane M. Bertocco Ezequiel, Dra. Márcia Helena R. Fernandes, e ao Prof. Dr. Otto Mack Junqueira, pelas imprescindíveis correções e sugestões feitas durante o exame geral de qualificação.

Aos professores membros da banca de defesa: Prof. Dr. Heraldo Cesar Gonçalves, Pesq. Dra. Renata Helena Branco Arnandes, Profa. Dra. Jane Maria Bertocco Ezequiel e a Dra. Márcia Helena Rocha Fernandes, meus agradecimentos sinceros pelas correções e amizade.

À Dra. Márcia Helena Rocha Fernandes pelo incomensurável apoio, pela ajuda na correção detalhada da tese e pelos ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Heraldo Cesar Gonçalves, pelo auxílio e amizade.

Aos amigos queridos de Pós-Graduação, pela amizade e apoio.

À Universidade Federal de Mato Grosso, pelo apoio.

Ao Sr. Marco Antonio de Araujo Pinto, Pró-Reitor do Campus de Sinop; Ao Sr. Frederico Terra de Almeida, Diretor do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais; Ao Sr. Paulo Sérgio Moreira, Diretor do Instituto de Ciências da Saúde; aos amigos Eduardo B. Kling de Moraes e Cláudio Vieira Araújo, pelas correções e a todos os amigos e colegas, que compreenderam a importância e me apoiaram.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	xiv
SUMMARY	xv
CAPÍTULO I	01
CONSIDERAÇÕES GERAIS	02
1. Composição corporal	04
2. Exigências nutricionais	06
2.1. Exigências de energia para manutenção e ganho	08
2.2. Exigências de proteína para manutenção e ganho	10
2.3. Exigências de minerais para manutenção e ganho	12
3. Comportamento animal.....	15
4. Perfil de seleção e consumo	16
5. Objetivos	17
6. Referências	19
CAPÍTULO II	25
COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA E PROTEÍNA PARA MANTENÇA E GANHO DE CAPRINOS SAANEN MACHOS DOS 30 AOS 45 KG DE PESO VIVO	26
Resumo.....	26
Abstract.....	27
1. Introdução	28
2. Material e Métodos	30
2.1. Exigências para manutenção.....	32
2.2. Exigências para ganho.....	34
2.3. Ensaio de metabolismo.....	35
2.4. Análise estatística	37
3. Resultados e Discussão.....	39
3.1. Composição do corpo e exigências para ganho de peso.....	43
3.2. Ensaio de metabolismo.....	45
3.3. Proteína	48
3.4. Energia.....	52
4. Conclusões	56
5. Referências	57

CAPÍTULO III	62
COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE MINERAIS PARA MANTENÇA E GANHO DE CAPRINOS SAANEN MACHOS DOS 30 AOS 45 KG DE PESO VIVO.....	63
Resumo.....	63
Abstract.....	64
1. Introdução	65
2. Material e Métodos	67
2.1. Exigências para manutenção.....	70
2.2. Exigências para ganho.....	72
2.3. Ensaio de metabolismo.....	73
2.4. Análise estatística	74
3. Resultados e Discussão.....	75
4. Conclusões	87
5. Referências	88
CAPÍTULO IV	92
SELETIVIDADE E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE CAPRINOS SAANEN SUBMETIDOS A TRÊS NÍVEIS NUTRICIONAIS.....	93
Resumo	93
Abstract.....	94
1. Introdução	95
2. Material e Métodos	96
3. Resultados e Discussão.....	100
4. Conclusões	112
5. Referências	112
CAPÍTULO V	116
CONSIDERAÇÕES FINAIS	117

LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO II.....	25
Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição bromatológica da dieta utilizada.....	31
Tabela 2. Peso vivo, peso de corpo vazio inicial e final dos animais, consumo de nutrientes (g/dia/PCV ^{0,75} e kcal/dia/PCV ^{0,75}) durante o período experimental, em função do nível de restrição alimentar.....	39
Tabela 3. Peso inicial, final, em jejum e peso do corpo vazio, dias de experimento, ganhos de peso total e diário, e composição do corpo (%PCV) de caprinos Saanen, em função do peso de abate.....	41
Tabela 4. Equações de regressão para estimar o peso de corpo vazio e a composição corporal (g/kg PCV e kcal/kg PCV) de caprinos Saanen, dos 30 aos 45 kg de peso vivo.....	43
Tabela 5. Peso do corpo vazio e composição corporal estimada de caprinos Saanen, dos 30 aos 45 kg de peso vivo, em função do peso corporal.....	44
Tabela 6. Equações para predição da composição do ganho em peso de corpo vazio (g/kg GPCV e kcal/kg GPCV) e para predição da exigência líquida de ganho de peso de caprinos Saanen, dos 30 aos 45 kg de peso vivo.....	44
Tabela 7. Consumo e excreção de nutrientes e energia, durante o ensaio de metabolismo, em g/dia/kg PV ^{0,75} ou kcal/dia/kg PV ^{0,75}	46
Tabela 8. Peso vivo médio durante o ensaio de metabolismo, digestibilidade aparente dos nutrientes, balanço de nitrogênio, energia metabolizável e metabolizabilidade da energia para caprinos, em função do nível alimentar.....	47
Tabela 9. Equações de regressão da retenção de nitrogênio no corpo dos animais e do balanço de nitrogênio (g/kg PCV ^{0,75}) em função do consumo de nitrogênio (g/kg PCV ^{0,75}), por dia, de acordo com o peso do corpo vazio metabólico de caprinos Saanen.....	48
Tabela 10. Exigência líquida de proteína para manutenção e ganho de peso de caprinos Saanen, machos, dos 30 aos 45 kg de peso vivo.....	51

Tabela 11. Equações de regressão do logaritmo da produção de calor em função do consumo de energia metabolizável (kcal/kg PCV ^{0,75}), por dia, de acordo com o peso do corpo vazio metabólico de caprinos Saanen.....	52
Tabela 12. Metabolizabilidade, eficiência de utilização da energia, energia líquida e metabólica (kcal/dia/kg PCV ^{0,75}) para caprinos Saanen.....	54
Tabela 13. Exigência líquida de energia para manutenção e ganho de peso de caprinos Saanen, machos, dos 30 aos 45 kg de peso vivo.....	56
CAPÍTULO III.....	62
Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição bromatológica da dieta utilizada.....	68
Tabela 2. Peso vivo, peso de corpo vazio inicial e final dos animais, consumo de nutrientes (g/dia/PCV ^{0,75} e kcal/dia/PCV ^{0,75}) durante o período experimental, em função do nível de restrição alimentar.....	76
Tabela 3. Peso inicial, final, em jejum e peso do corpo vazio, dias de experimento, ganhos de peso total e diário, e composição do corpo (% PCV) de caprinos Saanen, em função do peso de abate.....	77
Tabela 4. Equações de regressão para estimar o peso de corpo vazio e a composição corporal de caprinos Saanen, dos 30 aos 45 kg de peso vivo.....	79
Tabela 5. Peso do corpo vazio e composição corporal estimada de caprinos Saanen, dos 30 aos 45 kg de peso vivo.....	80
Tabela 6. Equações para predição da composição do ganho em peso de corpo vazio (g/kg GPCV) e para predição das exigências líquidas de minerais para ganho de peso de caprinos Saanen, dos 30 aos 45 kg de peso vivo.....	81
Tabela 7. Digestibilidade aparente da matéria seca e disponibilidade dos minerais, para caprinos, dos 30 aos 45 kg de peso vivo, em função do nível de restrição alimentar.....	83
Tabela 8. Equações de regressão da retenção de nutrientes no corpo dos animais (g/kg PCV ^{0,75}) em função do consumo dos mesmos (g/kg PCV ^{0,75}), por dia, de acordo com o peso do corpo vazio metabólico de caprinos Saanen.....	84

Tabela 9. Exigências líquidas de minerais para manutenção de caprinos Saanen machos, dos 30 aos 45 kg de peso vivo.....	85
Tabela 10. Exigências líquidas de minerais para ganho de peso de caprinos Saanen, machos, dos 30 aos 45 kg de peso vivo.....	86
CAPÍTULO IV.....	92
Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição bromatológica da dieta utilizada.....	97
Tabela 2. Quantidade da dieta oferecida e composição bromatológica das sobras (médias/dia), de acordo com o nível de restrição e o sexo.....	101
Tabela 3. Consumo de cada fração de nutrientes, em gramas (g), em porcentagem da matéria seca (%) e em relação à porcentagem de cada fração oferecida (R), de acordo com o nível de restrição e o sexo.....	103
Tabela 4. Granulometria das sobras dos animais em função do nível de restrição e do sexo.....	104
Tabela 5. Tempo despendido, em minutos, nas atividades observadas e frequência de consumo de água dos animais em função do nível de restrição alimentar e do sexo.....	108
Tabela 6. Peso inicial e final dos animais durante o período do experimento e ganho de peso médio dos animais em função do nível de restrição e do sexo.....	111

LISTA DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO II.....	25
Figura 1. Distribuição esquemática dos animais nos ensaios para determinação das exigências de manutenção (Ensaio 1) e ganho de peso (Ensaio 2).....	31
Figura 2. Relação entre a retenção de nitrogênio (g/dia/kg PCV ^{0,75}) e ingestão de nitrogênio (g/dia/kg PCV ^{0,75}), em caprinos Saanen, machos, dos 30 aos 45 kg de peso vivo.....	49
Figura 3. Relação entre logaritmo da produção de calor (PC) (kcal/dia/kg PCV ^{0,75}) e ingestão de energia metabolizável (kcal/dia/kg PCV ^{0,75}), caprinos Saanen, dos 30 aos 45 kg de peso vivo.....	53
 CAPÍTULO III.....	 62
Figura 1. Distribuição esquemática dos animais nos ensaios para determinação das exigências de manutenção (Ensaio 1) e ganho de peso (Ensaio 2).....	69

COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CAPRINOS SAANEN MACHOS DOS 30 AOS 45 KG DE PESO VIVO

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo determinar a composição corporal e estimar as exigências líquidas de energia, proteína e minerais, para manutenção e ganho de peso de caprinos Saanen, machos não castrados, dos 30 aos 45 kg de peso vivo. As exigências foram divididas em manutenção e ganho de peso, de acordo com método fatorial. No cálculo das exigências de manutenção foram utilizados 18 animais, subdivididos em três níveis nutricionais: alimentados *ad libitum*, com 30 e 60% de restrição, e no cálculo das exigências de ganho foram utilizados 18 animais, alimentados à vontade e abatidos com 30, 37,5 e 45 kg de peso vivo, e as avaliações foram feitas pelo método direto por meio de abate comparativo. A composição corporal dos animais variou de: 60 a 57% de água, 30 a 42% de matéria seca, 6,79 a 6,74% de matéria mineral, 8,8 a 14,6% de gordura e 24,7 a 27,5% de proteína; para animais de 30 a 45 kg de peso vivo. As exigências líquidas diárias para manutenção de caprinos Saanen machos, dos 30 aos 45 kg de peso vivo, foram 0,376 g de $PL_m/kg\ PCV^{0,75}$ e 48,24 kcal de $EL_m/kg\ PCV^{0,75}$. Para ganho de peso os valores observados foram de 298 a 333 g $PL_g/dia/kg$ ganho de peso de corpo vazio, o que é equivalente a 230,32 a 292,14 g $PL_g/dia/kg$ ganho de peso vivo. E exigências de 2,7 a 3,4 Mcal EL_g/kg ganho de peso de corpo vazio; o que equivale a 2,1 a 3,0 Mcal de $EL_g/dia/kg$ de ganho de peso vivo. Os resultados encontrados mostram que caprinos, machos, na fase final de crescimento requerem menos proteína e energia, que cabritos jovens na fase inicial de crescimento. Para minerais, as exigências líquidas diárias para manutenção variaram de: 0,80 a 1,20 g de ferro; 0,05 a 0,07 g de potássio; 0,58 a 0,87 g de cálcio; 0,01 a 0,02 g de magnésio; 0,02 a 0,03 g de cobre; 0,02 a 0,03 g de zinco; e 0,005 a 0,008 g de manganês, para caprinos Saanen machos, com pesos entre 30 e 45 kg de peso vivo. E as exigências líquidas para ganho foram de: 4,17 a 3,96 g de ferro; 1,60 a 1,64 g de potássio; 11,83 a 12,05 g de cálcio; 0,56 a 0,75 g de magnésio; 0,52 a 0,64 g de cobre; 2,48 a 2,95 g de zinco; e 0,81 a 1,13 g de manganês por kg de ganho de peso vivo por dia, para animais de 30 a 45 kg de peso vivo. Também foi avaliada a seletividade e comportamento ingestivo desses animais, e foi observado que a restrição alimentar teve influência sobre o comportamento, fazendo com que os animais alterassem seu perfil de seleção, buscando as partículas mais energéticas da dieta, o que promoveu menor tempo de ruminação e com isso maior tempo em pé e em atividades não produtivas.

Palavras chave: comportamento, energia, minerais, proteína, regressão, seletividade

BODY COMPOSITION AND NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF SAANEN MALE KID GOATS FROM 30 TO 45 KG OF BODY WEIGHT

SUMMARY: This experiment aimed to determine body composition and estimate the net requirements of energy, protein and minerals for maintenance and gain of Saanen kid goats, males, on final growth phase, with live weight from 30 to 45 kg. The requirements are divided into maintenance and gain, calculated by the factorial method. In the maintenance requirements were used 18 animals, subdivided into three nutritional levels: *ad libitum*, 30 and 60% of food restriction, and in the gain requirements were used 18 animals fed *ad libitum* and slaughtered at 30, 37.5 and 45 kg of live weight, and assessments were made by direct method using comparative slaughters. Animals body composition ranged from 60 to 57% water, 30 to 42% dry matter, 6.79 to 6.74% ash, 8.8 to 14.6% fat and 24.7 to 27.5% protein, for animals from 30 to 45 kg of body weight. Daily net requirements for maintenance were: 0.376 g net protein/kg EBW^{0.75} and 48.24 kcal net energy/kg EBW^{0.75}, animals from 30 to 45 kg live weight. To body weight gain, values found were of 298 to 333 g daily net protein/kg of EBW gain, which the same of 230.32 and 292.14 g to daily net protein/kg live weight gain. And daily net energy requirements of 2.7 to 3.4 Mcal/kg EBW gain, which the same of 2.1 to 3.0 Mcal/kg live weight. That results showing that animals, male goats, from 30 to 45 kg of body weight needed less protein and energy than young kids. To minerals, the requirements had varied between 0.80 and 1.20 g of iron, 0.05 and 0.07 g of potassium, 0.58 and 0.87 g of calcium, 0.01 and 0.02 g of magnesium, 0.02 and 0.03 g of copper, 0.02 and 0.03 mg of zinc, 0.005 and 0.008 g of manganese, respectively, for goats with 30 and 45 kg of live weight. Gain requirements found, for each kilo live weight gain, were: 4.17 and 3.96 g of iron, 1.60 and 1.64 g of potassium, 11.83 and 12.05 g of calcium, 0.56 and 0.75 g of magnesium, 0.52 and 0.64 g of copper, 2.48 and 2.95 g of zinc, and 0.81 and 1.13 g of manganese, to animals from 30 to 45 kg of body weight, respectively. Also were evaluated the selectivity and feeding behavior of these animals, and alimentary restriction changed the behavior of these animals, causing them to seek the most diet energetic particles, provided less time ruminating and more time standing and non productive activities.

Keywords: behavior, energy, minerals, protein, regression, feed intake preference

CAPÍTULO I

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A caprinocultura tem apresentado crescimento surpreendente em relação a outras espécies de animais de produção. Em 1999 o efetivo mundial de caprinos era de 732 milhões de cabeças (FAO, 2011), chegando a 879 milhões em 2009 representando um crescimento de aproximadamente 16,8% para os últimos 10 anos, segundo a “Food and Agriculture Organization” (FAO, 2011), enquanto para ovinos, neste mesmo período, o crescimento foi de apenas 2,05%.

De acordo com o “Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística” (IBGE, 2011) em 2009 foram registrados 9,164 milhões de cabeças de caprinos no país, e o rebanho nacional de ovinos e caprinos que somava em 2004, 25 milhões de cabeças, atualmente já superam 30 milhões de animais. Especificamente para caprinos, o rebanho efetivo nacional cresceu três milhões de cabeças em 30 anos, sendo que destes, 1,5 milhões representam animais leiteiros.

No Brasil, o leite de cabra vem conquistando crescente mercado e com isso tem incentivado os sistemas produtivos que, por sua vez, tem revelado alto crescimento, com produção anual de 135 mil litros de leite, sendo o maior produtor do continente americano (IBGE, 2008), mostrando dessa forma a potencialidade do rebanho caprino brasileiro, e o aumento do interesse por produtos desta espécie.

Em virtude desse grande crescimento da caprinocultura leiteira, ocorrido nos últimos anos, e em face do potencial produtivo desses animais, tornam-se necessárias pesquisas nas diversas áreas da caprinocultura, objetivando produção mais eficiente.

Dessa forma, tão importante quanto o estudo do desenvolvimento dos animais, é a necessidade de estudos que permitam sua criação de maneira mais econômica e rentável para o produtor, tornando imprescindíveis conhecimentos referentes à área de nutrição e exigências nutricionais desta espécie.

No Brasil estudos ligados a estes temas têm tomado destaque entre as instituições de pesquisa desde a década de 90, contudo existe uma limitação na disponibilidade dessas informações nas bases de dados, o que dificulta o acesso às

mesmas, de forma que, na maioria dos casos, os dados utilizados ainda são preconizados por comitês internacionais. Além disso, os estudos até o presente momento, em sua maioria, apenas se referem a animais em início da fase de crescimento, com peso vivo máximo de 35 kg, não contemplando animais durante a fase final de crescimento, em um período de transição para a vida adulta, com peso vivo superior a 30 kg, como o visado neste estudo, tendo em vista a nutrição adequada dos animais que poderão vir a ser os futuros reprodutores da propriedade. De forma que ainda existem lacunas que necessitam ser pesquisadas e esclarecidas para que esses animais possam ser explorados mais racionalmente.

Dentre as raças de caprinos leiteiros criados no mundo, a mais difundida é a Saanen, que no Brasil apresenta crescimento significativo devido principalmente à alta produção de leite e prolificidade, sendo uma raça utilizada tanto em criatórios de animais puros e registrados, como em criatórios destinados para a produção de mestiços leiteiros (CAPRIPAULO, 2011).

Em decorrência da elevada prolificidade da espécie caprina, o número de cabritos nascidos em um rebanho leiteiro ao longo do ano representa grande potencial para produção de carne, o qual habitualmente não é utilizado pelos produtores que, em sua maioria, descartam esses animais ao nascimento, já que nos sistemas produtivos atuais os custos com a nutrição desses animais podem suplantam os lucros advindos da comercialização da carne, já que se trata de animais pouco especializados para esta produção. Por outro lado, os sistemas produtivos voltados para produção de leite, podem ter na venda de reprodutores jovens, desde que devidamente avaliados quanto ao seu potencial, uma alternativa de melhorar os lucros dentro da propriedade. De uma maneira ou de outra, até o presente momento, o produtor não conta com tecnologia e técnicas de manejo adequadas para cria e garantia de lucro extra com esses animais, principalmente no que se refere às exigências nutricionais de caprinos machos, já que, apesar das recomendações do “National Research Council” (NRC, 2006), essas exigências ainda são pouco conhecidas, principalmente em sistemas produtivos brasileiros.

Outro fator importante a ser considerado é que esses machos podem vir a ser futuros reprodutores e dessa forma permanecer por mais tempo na propriedade, devendo, assim, seguir uma alimentação corretamente equilibrada em termos de proteína, energia e minerais, para que não tenham seu desempenho reprodutivo afetado e tampouco venham a desenvolver problemas que possam interferir em sua vida reprodutiva. Fato este que não é incomum, já que esses machos na maioria dos casos são mantidos confinados, consumindo dietas ricas em concentrados, que se desbalanceadas podem favorecer, por exemplo, o surgimento de cálculos renais.

1. Composição corporal

O conhecimento da composição corporal é importante para a estimativa das exigências nutricionais, além disso, sua determinação é essencial em estudos de nutrição para avaliar o potencial de crescimento dos animais utilizados nos diferentes sistemas de produção (TEIXEIRA, 2004). De acordo com ALVES et al. (2008a), por meio da composição corporal é possível identificar alterações na composição do ganho em função de diversos fatores como genótipo, estado fisiológico, sexo, peso, idade e dieta, sendo imprescindível para o estudo do crescimento e determinação das exigências.

Existem diferentes metodologias para determinação da composição corporal, que são classificadas como aquelas medidas no animal vivo (métodos indiretos) ou aquelas determinadas após o abate (método direto e métodos indiretos). Dentre as medidas tomadas no animal vivo destacam-se a ultrassonografia (STANDFORD et al., 1995); a condutividade elétrica do corpo (WISHMEYER et al., 1996); as técnicas de diluição utilizando uréia (KOCK & PRESTON, 1979); e água tritiada (RESENDE, 1989).

Já para composição corporal determinada após o abate, destacam-se: a composição da secção da 9^a a 11^a costelas (HANKINS & HOWE, 1946); a gravidade específica do corpo (RESENDE, 1989); ou de outras partes do corpo (TEIXEIRA, 2004); e o método direto, que consiste na análise química de todos os tecidos

(RESENDE, 1989), sendo o mais preciso e também utilizado para a comparação dos demais métodos.

De acordo com HENRIQUE (2002), muitos dos estudos utilizando métodos indiretos, como aqueles tomados no animal vivo, são baseados no fato de que a composição corporal poder ser estimada com precisão quando a quantidade de água ou gordura no corpo é conhecida, já que a composição do corpo vazio seco e desengordurado é praticamente constante. No entanto, como não se conhece absolutamente a maturidade química dos animais, idade a partir da qual a concentração de proteína e matéria mineral do corpo desengordurado torna-se constante, a determinação da composição química baseada no método direto tem sido mais utilizada.

A maturidade do animal é caracterizada pelo aumento da proporção de gordura, ou seja, animais mais jovens tem maior proporção de água e menor de gordura, de maneira que as concentrações de proteína, cinzas e água decrescem com a idade e com a engorda (ALVES et al., 2008b). A proporção e a velocidade com que os tecidos se acumulam no corpo do animal influenciam o ganho de peso vivo, a eficiência alimentar e a composição corporal (SHAHIM et al., 1993) e consequentemente as exigências nutricionais. Animais em estágios diferentes de crescimento também apresentam diferenças quanto a esta deposição, justificando o estudo das diferentes fases do crescimento do animal, para determinação específica de suas exigências em cada uma delas.

ALVES et al. (2008b) estudaram a composição corporal de caprinos machos não castrados, com peso vivo dos 15 aos 25 kg de peso vivo e determinaram a composição corporal destes animais com valores que variavam de: 61,12 a 67,67% de água; 7,84 a 14,22% de gordura; 19,90 a 20,86% de proteína e 4,1 a 4,5% de minerais. Já em estudos mais antigos de BROWN & TAYLOR (1986) com animais mais pesados, das raças: Alpina, Nubiana e Toggenburg, com peso vivo entre 38 e 70 kg, foram encontrados os seguintes valores médios em função do peso do corpo vazio: 55,5; 23,34; 16,6 e 4,14%, respectivamente, para água, gordura, proteína e minerais.

O conhecimento da composição corporal e do ganho em peso permite a estimativa da exigência nutricional, uma vez que estão diretamente relacionadas, e podem ser afetadas por diferentes fatores, como: genético, ambiental, nutricional, idade, sexo e raça (ALVES et al., 2008a).

2. Exigências nutricionais

As exigências nutricionais são de fundamental importância para o sistema produtivo, uma vez que animais alimentados adequadamente convertem de forma mais eficiente os nutrientes ingeridos em produto final (carne ou leite).

No Brasil, a elaboração de dietas para caprinos, em sua maioria, ainda utiliza as exigências e valores nutricionais dos alimentos preconizados pelos comitês internacionais, que são baseados em um número reduzido de observações, algumas vezes extrapolados de outras espécies e que, por esta razão, não predizem eficientemente a resposta do animal (RESENDE et al., 2001), mostrando a importância dos estudos relacionados a este tema, principalmente em condições brasileiras.

Dentre os métodos utilizados para estimar as exigências nutricionais dos animais destacam-se o método dose resposta, baseado na resposta animal em relação a diferentes doses fornecidas de determinado nutriente a ser estudado. E o método fatorial, que tem sido adotado como o mais adequado, e que consiste em fracionar as exigências dos animais em seus diversos componentes, tornando possível a determinação das exigências líquidas dos animais para: manutenção, ganho, gestação, lactação e produção (ARC, 1980).

O "Agricultural Research Council" (ARC, 1980) define exigências de manutenção como a quantidade de nutrientes ou energia necessária para que os processos vitais do seu corpo permaneçam normais, incluindo reposição de perdas endógenas e metabólicas pelas fezes, urina e pela pele, e que não tem influência sobre o ganho de peso dos animais. E as exigências para ganho são representadas pelos requerimentos em nutrientes ou energia necessários para o ganho de peso, produção ou desempenho, observados num determinado período.

Para determinação das exigências, pelo método fatorial, é necessário o conhecimento da composição corporal dos animais; e uma das técnicas utilizadas para tal é a técnica de abate comparativo (LOFGREEN & GARRET, 1968), em que animais submetidos a diferentes níveis nutricionais ou alimentados à vontade são abatidos em diferentes estágios, para determinar a retenção de um determinado nutriente ou energia no corpo dos animais por um dado período de tempo.

Existem diferenças no tocante ao crescimento e deposição de tecidos e quanto à quantidade de gordura depositada entre machos e fêmeas. SAINZ (1996) observou, em bovinos, menor deposição de gordura nos machos não castrados, intermediário nos castrados e maior nas fêmeas. De acordo com o mesmo autor o peso da carcaça foi influenciado pela velocidade de crescimento, que variou nas diferentes etapas de crescimento de cada animal, em função da idade de abate e regime nutricional a que estavam submetidos.

De acordo com RESENDE (1989) os dados de exigências de proteína e energia obtidos com ovinos e bovinos não devem ser utilizados para caprinos, em face das diferenças entre a composição do ganho em peso de caprinos e das outras espécies, principalmente no que se refere à energia, pois como apresentam carcaça magra necessitam menos energia líquida para o mesmo ganho. Para proteína, segundo o mesmo autor, ocorre o inverso, ou seja, as exigências líquidas de proteína para o mesmo ganho em caprinos, são maiores quando comparadas a ovinos e bovinos, devido a diferenças metabólicas desses animais.

WARMINGTON & KIRTON (1990) destacaram que em caprinos confinados a proporção de músculo pode variar entre 60 e 70%, a proporção de osso pode variar entre 12 e 29% e a de gordura entre 5 e 24%; enquanto que em pastejo as proporções seriam entre 56 e 68% para músculo, 16 e 44% para osso e 4 e 32% para gordura. YAÑES et al. (2009) salientaram ainda que cabritos com peso superior a 35 kg apresentam proporção de músculos e relação músculo:osso adequadas, mas apresentam maior proporção de gordura quando comparados a animais mais jovens. Dados que refletem diretamente sobre a composição corporal dos animais e logo sobre

suas exigências em nutrientes, já que quanto maior a proporção de gordura, menores os teores de nutrientes retidos, principalmente minerais (GERASEEV et al., 2000).

Segundo PEREIRA FILHO et al. (2007), a relação músculo:osso diminui linearmente enquanto às relações músculo:gordura e osso:gordura aumentam à medida que se intensifica a restrição alimentar, característica que reflete o diferente direcionamento dos nutrientes pelo organismo animal em função dos níveis de ingestão, mostrando prioridade para os tecidos nervoso e ósseo, seguido do muscular e adiposo.

Os estudos sobre as exigências nutricionais visam estabelecer os requerimentos para proteína, energia e minerais, necessários e suficientes, para que o animal desempenhe adequadamente suas funções fisiológicas e produtivas.

2.1. Exigências de energia para manutenção e ganho

A eficiente utilização dos alimentos depende de um suprimento adequado de energia, pois a deficiência de energia retarda o crescimento, aumenta a idade à puberdade, reduz a fertilidade, diminui o ganho de peso e a produção leiteira (RESENDE, 1989), além de aumentar a susceptibilidade dos animais a doenças e parasitas (SUSIN, 1996).

A energia não é considerada um nutriente, é liberada do alimento pela oxidação dos compostos orgânicos nos processos metabólicos. A energia produzida pela oxidação fisiológica é utilizada pelos animais para produção de calor (termogênese e manutenção de processos metabólicos) e realização de trabalho (atividade muscular) (RESENDE et al., 2006).

Os requerimentos de energia podem ser afetados pela espécie, pelo nível de ingestão, pelo tamanho a maturidade (tamanho do corpo, velocidade de crescimento), pela idade, gênero, atividade, por fatores ambientais, tais como: temperatura, umidade, intensidade solar, velocidade do vento e por infestações parasitárias (NRC, 2006).

De acordo com o ARC (1980) as exigências de energia podem ser determinadas por diferentes métodos: ensaios de alimentação; métodos calorimétricos, que podem ser diretos, quando o calor é mensurado por meio de um calorímetro adiabático, ou

indiretos, quando relaciona a produção de calor com o quociente respiratório dos animais em câmaras de respiração; ou ainda por meio do abate comparativo (LOFGREEN & GARRET, 1968), em que a energia retida é obtida a partir da alteração no conteúdo de energia no corpo dos animais, que podem ser alimentados com diferentes níveis de ingestão, durante um período pré-estabelecido, para determinação das exigências para manutenção; ou alimentados *ad libitum* e abatidos em diferentes estágios para determinação das exigências para ganho, neste caso, a energia retida será igual à exigência líquida em energia para o crescimento observado.

A inclinação da reta obtida pela regressão linear relacionando a energia retida e a ingestão de energia metabolizável (EM) será a eficiência de utilização da energia, e a exigência líquida de energia para manutenção será igual à retenção de energia quando extrapolada para zero a ingestão de energia metabolizável.

Outra maneira seria a relação logarítmica da produção de calor e a ingestão de energia metabolizável. Sendo assim, a exigência líquida de energia metabolizável para manutenção é igual à produção de calor quando a ingestão de energia metabolizável for extrapolada a zero.

Segundo “National Research Council” (2006) as exigências de energia líquida para manutenção de animais inteiros são 15% superiores às exigências de animais castrados e fêmeas, devido ao seu maior gasto com atividade reprodutiva e maior deposição muscular, quando comparados aos demais. E propõe que a exigência de energia para manutenção de animais pertencentes a raças leiteiras, de 30 a 40 kg de peso vivo, é de 1,91 e 2,37 Mcal de energia metabolizável/dia, respectivamente. E baseado nos estudos de SAHLU et al. (2004), o NRC (2006) recomenda valores de 2,59 kcal de energia metabolizável por dia para manutenção de animais machos adultos, de aptidão leiteira com 50 kg de peso vivo.

As exigências líquidas de energia para crescimento consistem na quantidade de energia depositada nos tecidos, que é função das proporções de gordura e proteína no ganho de peso do corpo vazio (NRC, 2000). Essas proporções variam com a raça, natureza da dieta, composição corporal, estágio de maturidade e nível de ingestão (NRC, 2006).

De acordo com o NRC (2006) os valores das exigências de energia para crescimento em animais com 30 e 40 kg de peso vivo, machos inteiros é 2,46 e 2,92 Mcal de EM/dia para cada 100 g de ganho, respectivamente.

A eficiência de utilização da energia ingerida tende a ser maior para dietas com maior proporção de concentrado, quando comparadas às com maior proporção de volumoso (ARC, 1980). Diferenças nas taxas metabólicas dos vários órgãos e vísceras também podem influenciar a utilização de energia e exigências de manutenção. CATTON & DHUYVETTER (1997) relataram que os tecidos viscerais, embora representem pequena porção do peso corporal, consomem aproximadamente 50% da energia para manutenção. Por outro lado, o tecido muscular que constitui cerca de 41% da massa corporal consome apenas 23% do total da energia requerida para manutenção.

Os diferentes sistemas de produção, ambientes e metodologias experimentais podem influenciar a determinação da composição corporal, assim como as exigências nutricionais de caprinos, o que reforça a necessidade de pesquisas visando à determinação das exigências nutricionais nos sistemas de produção predominantes em cada região.

2.2. Exigências de proteína para manutenção e ganho

As proteínas fazem parte do grupo de nutrientes essenciais ao organismo, exercendo várias funções além de ser um de seus principais componentes, participando na formação e manutenção dos tecidos, na contração muscular, no transporte de nutrientes, e na formação de hormônios e enzimas (GONZAGA NETO et al., 2005). Desse modo, é necessário um suprimento contínuo para a manutenção e formação de células, para síntese de produtos e para manutenção do organismo. A deficiência prolongada de proteína na dieta pode predispor o animal a doenças, além de reduzir sua eficiência na utilização dos alimentos, em razão da diminuição das funções do rúmen (RESENDE, 1989).

A proporção e a velocidade com que os tecidos se acumulam no corpo influenciam o ganho de peso vivo, a eficiência alimentar e a composição corporal

(SHAHIM et al., 1993) e conseqüentemente as exigências nutricionais. As proporções dos tecidos e sua composição química, por sua vez, são influenciadas por vários fatores, destacando-se o peso, a idade, a raça, o nível de consumo de energia e a condição sexual (FERREIRA et al., 1998).

De acordo com o ARC (1980) as exigências em proteína podem ser estimadas por meio de ensaios de alimentação, balanço de nitrogênio, utilização de dietas purificadas e pelo abate comparativo, no qual podem ser utilizados animais alimentados à vontade, abatidos com diferentes pesos, para estimativa das exigências para ganho; e/ou animais alimentados com diferentes níveis alimentares para determinação das exigências para manutenção.

As exigências líquidas de proteína para manutenção são consideradas como sendo as perdas de nitrogênio metabólico fecal, endógeno urinário, além das perdas de nitrogênio pela descamação da pele e queda inevitável de pelos (ARC, 1980), e estimadas pela retenção negativa de proteína quando a ingestão de proteína for extrapolada para zero. Utilizando-se uma equação de regressão linear entre a proteína retida e a ingerida pode-se obter a eficiência de utilização da proteína, que será igual à inclinação da reta obtida pela regressão.

Estimar as exigências para proteína por meio da proteína retida no corpo é a maneira mais precisa embora de acordo com SAHLU et al. (2004), trabalhos dessa natureza sejam escassos.

Para determinação das exigências líquidas para ganho, por meio do abate comparativo pode-se determinar diretamente a quantidade de proteína depositada no corpo, que será igual à exigência líquida em proteína para ganho de um animal em crescimento.

As diferenças nas exigências de energia e proteína para ganho são atribuídas às variações na composição do ganho de peso (SHAHIM et al., 1993). As exigências protéicas para ganho de peso são maiores em animais não castrados que em castrados; e dentro de uma mesma condição sexual, maiores para animais de maturidade tardia que para os de maturidade precoce (ALVES et al., 2008a). A maioria

dos estudos indica redução nos requerimentos líquidos de proteína à medida que o peso corporal aumenta (LANA et al., 1992; FONTES, 1995; ALVES et al. 2008a).

O NRC (2006) recomenda exigências diárias de proteína metabolizável para manutenção de 39, 49 e 65 g/dia para machos não castrados de raças leiteiras, com peso vivo de 30, 40 e 50 kg respectivamente.

MARQUES (2007) por sua vez, estimou a exigência líquida de proteína para manutenção de caprinos Moxotó em crescimento na Caatinga em 0,95 g/kg de peso de corpo vazio metabólico.

Os valores encontrados no Brasil de exigências líquidas de proteína para ganho variam de 177 a 232 g/kg de ganho de peso de corpo vazio (MEDEIROS, 2001; FERREIRA, 2003; TEIXEIRA, 2004).

Para os animais do estudo de ALVES et al. (2008) e NOBREGA et al. (2008), da raça Moxotó, foi observada redução da concentração de proteína no ganho e elevação das concentrações de energia, com aumento do ganho de peso dos animais.

ALVES et al. (2008a) verificaram valores de 33,67 e 33,03 g de proteína metabolizável por 100 g de ganho de peso vivo diário para animais de 15 a 25 kg de peso vivo, respectivamente. Já MARQUES (2007) encontrou requerimentos de 28,19 a 30,90 g de proteína metabolizável por 100 g de ganho de peso vivo diário, para animais da mesma categoria.

2.3. Exigências de minerais para manutenção e ganho

Os elementos inorgânicos são dieteticamente essenciais para todos os animais, exercendo influência direta sobre a eficiência de produção, correspondendo a aproximadamente 5% do peso corporal (QUEIROZ et al., 2000). Desequilíbrios minerais têm sido responsáveis por problemas de baixa produção, bem como problemas reprodutivos. Da mesma forma que em excesso podem vir a causar danos, principalmente a caprinos machos, devido à formação de cálculos, causando urolitíase, o que é muito comum nos sistemas produtivos atuais.

As exigências de minerais podem ser fracionadas em exigências de manutenção, quando estes atuam na manutenção dos tecidos formados, contra o constante desgaste decorrente dos processos vitais (perdas endógenas); em exigências de crescimento, quando contribuem para a estrutura corporal; e em exigências de produção e gestação, quando participam de atividades funcionais do corpo, e neste caso os requerimentos minerais aumentam proporcionalmente aos conteúdos minerais dos produtos formados (PEDREIRA & BERCHIELLI, 2006).

As exigências em minerais podem ser determinadas pelo método das perdas endógenas, pelo uso de radioisótopos e pelo abate comparativo. Quando se utiliza a técnica de abate comparativo, utiliza-se o mesmo princípio utilizado para proteína, com equações de regressão entre a retenção do mineral e a ingestão do mesmo na dieta. A exigência líquida do elemento mineral para manutenção será igual à retenção negativa do elemento quando a ingestão for extrapolada para zero. E a determinação da exigência para ganho é realizada por meio do aumento da deposição dos nutrientes no corpo, observado pelo abate comparativo, de acordo com o ganho de peso no período.

O NRC (2006) preconiza valores para as exigências líquidas de manutenção de minerais de 2,00 g de cálcio, 0,56 g de sódio, 4,20 g de potássio, 0,53 g de magnésio, 22,0 mg de cobre, 4,00 mg de ferro, 8,00 mg de manganês e 5,00 mg de zinco para animais de raças leiteiras em crescimento com 30 kg de peso vivo. No entanto, para animais da mesma aptidão com 40 kg de peso vivo os valores recomendados são: 2,30 g de cálcio, 0,75 g de sódio, 5,40 g de potássio, 0,70 g de magnésio, 28,0 mg de cobre, 6,00 mg de ferro, 11,0 mg de manganês e 6,00 mg de zinco. E 2,40 g de cálcio, 0,94 g de sódio, 6,60 g de potássio, 0,88 g de magnésio, 26,0 mg de cobre, 7,00 mg de ferro, 13,0 mg de manganês e 15,0 mg de zinco, para machos adultos de 50 kg de peso vivo.

As exigências de minerais para ganho correspondem à quantidade de cada mineral depositado no corpo animal para um determinado desempenho, e essa retenção de minerais depende da composição de ganho, sendo que maiores deposições de gordura estão associadas a menores proporções de minerais, devido a

um efeito de diluição, visto que o tecido adiposo contém quantidades negligenciáveis de minerais.

Nos estudos de ARAUJO et al. (2010) foram determinadas exigências de minerais para ganho de peso que variaram de 9,53 a 10,65 g de cálcio; 0,36 a 0,48 g de magnésio; 1,47 a 1,70 g de potássio; por kg de ganho de peso, para caprinos da raça Moxotó, com pesos entre 15 e 25 kg de peso vivo.

Para as exigências líquidas de minerais para ganho o NRC (2006) adota as recomendações baseadas nos estudos de SAHLU et al. (2004) de 4,40 g de cálcio, 0,76 g de sódio, 4,90 g de potássio, 0,73 g de magnésio, 26,0 mg de cobre, 36,0 mg de ferro, 14,0 mg de manganês e 13,0 mg de zinco; ou 4,60 g de cálcio, 0,95 g de sódio, 6,40 g de potássio, 0,90 g de magnésio, 34,0 mg de cobre, 37,0 mg de ferro, 17,0 mg de manganês e 14,0 mg de zinco, para animais leiteiros em crescimento de 30 e 40 kg, respectivamente, independente da condição sexual (machos castrados, não castrados e fêmeas), para ganhos de peso de 100 g por dia.

Muitos fatores podem influenciar o requerimento de minerais, sendo afetados por aspectos tanto dietéticos: ligados à forma química do elemento, biodisponibilidade e intercorrelações com outros minerais; como por fatores do animal: grupo genético, sexo, idade, peso dos animais e nível de produção. (PEDREIRA & BERCHIELLI, 2006).

FONTES (1995), em análise de dados brasileiros, verificou requerimentos de minerais diferentes entre bovinos castrados e não castrados. Em seus resultados, as estimativas do requerimento líquido dos animais para ganho, independente do peso do animal, foram superiores para os animais não castrados. As menores exigências dos animais castrados estão ligadas à sua maior deposição de gordura, uma vez que a concentração de minerais no tecido adiposo é mais baixa que nos músculos e ossos do animal. Esse mesmo autor verificou decréscimo nas concentrações de cinco macro elementos minerais no corpo vazio dos animais com a elevação do peso corporal, salientando a existência de acentuada redução na proporção de ossos na carcaça em função do aumento no peso corporal vazio.

Há um número muito reduzido de trabalhos nacionais envolvendo a mensuração das exigências de minerais para manutenção e ganho de peso de caprinos, e tratando-se de machos, esse número é ainda mais escasso.

3. Comportamento animal

Nos últimos anos, o bem estar animal vem se tornando uma preocupação cada vez mais presente nos sistemas de produção animal. Apesar disso, tanto em confinamento como em outros sistemas de produção, há uma busca constante pelo aumento na eficiência produtiva, e para tal são aplicadas novas tecnologias; mas também se trabalha para a redução dos custos (QUINTILIANO & PARANHOS DA COSTA, 2007). Em geral na busca pela máxima produtividade tem se dado mais atenção à nutrição, ao melhoramento e à reprodução, esquecendo-se de aspectos essenciais que envolvem o comportamento e fisiologia dos animais (PARANHOS DA COSTA et al., 2002).

O bem estar animal está diretamente associado às condições de qualidade de vida e tem uma relação direta com desempenho, produtividade e qualidade de produtos produzidos.

Das muitas definições propostas para o bem estar animal, a mais aceita é a de BROOM (1986) segundo o qual o bem estar de um indivíduo é o seu estado em relação às suas tentativas de se adaptar ao seu meio ambiente. Uma forma de colocar este conceito em prática é focar o grau de dificuldade que um animal demonstra na sua interação com o ambiente e as ferramentas das quais dispõe para contornar as inadequações presentes em seu meio ambiente, as quais podem apresentar dificuldades expressas em caráter fisiológico ou comportamental, que podem ser indicativas do comprometimento do seu bem estar, podendo ser medidas pelos níveis séricos de cortisol e também pela porcentagem de tempo gasto em comportamentos estereotípicos (MOLENTO, 2005).

A restrição alimentar, o confinamento e o contato com animais de outro sexo, são fatores que podem contribuir para alterações de comportamento dos animais,

determinando maior ou menor gasto energético para sua manutenção e até mesmo desvio da energia de ganho para adaptação ao ambiente ou para enfrentar essas inadequações, o que tem efeito direto sobre os valores das exigências nutricionais dos animais, objetivo deste estudo.

4. Perfil de seleção e consumo

O hábito alimentar dos caprinos é condicionado por um comportamento intrínseco à espécie, e segundo AGUIRRE (1986) está ligado a uma série de fatores que envolvem a natureza da dieta, a forma do alimento oferecido, as qualidades organolépticas e a presença ou ausência de fatores anti-nutricionais, como também o tamanho do corpo dos animais e a capacidade de trato digestivo.

De acordo com SANTOS (1994), quando é permitido ao animal o máximo de seleção, o valor nutritivo do alimento ingerido tende a ser maior, assim como a quantidade ingerida, afetando também o desempenho.

Em dietas com tamanhos de partículas e densidade física heterogênea entre os ingredientes pode ocorrer segregação no momento da mistura, no transporte e pela ação dos animais, que revolvem a dieta para selecionar alimento (SILVA et al., 1996).

Dessa forma, a determinação do tamanho da partícula pela granulometria pode ser usada no estudo do hábito seletivo dos animais durante a alimentação, e está diretamente relacionada à quantidade de alimento disponível, podendo alterar o perfil de consumo dos animais e com isso, influenciar positiva ou negativamente seu desempenho.

No entanto, existem níveis adequados de sobra para estimular o maior consumo e evitar desperdícios desnecessários, e com isso obter maior desempenho dos animais, da mesma forma, existem níveis de restrição alimentar aceitáveis para não prejudicar o desenvolvimento dos mesmos. Nos estudos de YAÑES et al. (2009) não houve diferenças entre os níveis alimentares de 0 e 30% de restrição no desempenho dos animais e no rendimento de cortes, o que levou o autor a sugerir que uma restrição

alimentar moderada poderia reduzir os custos de produção sem comprometer a qualidade da carcaça.

Pode-se observar que apesar do esforço dos pesquisadores em conhecer as exigências nutricionais de caprinos, inúmeros são os fatores que podem influenciá-la, de forma que muitos estudos ainda são necessários, principalmente quando se tratam de fases da vida do animal até o momento, ainda, pouco conhecidas, não tendo sido encontrados trabalhos com caprinos machos, com peso entre 30 e 45 kg, como o proposto neste estudo, tendo em vista a nutrição adequada desses animais que poderão ser os futuros reprodutores dentro da propriedade, ou ainda ser comercializados como jovens reprodutores, na tentativa de implementar os lucros ao produtor.

5. Objetivos

Tendo por vista a tentativa de minimizar estas lacunas, objetivou-se com este estudo:

1. Estimar as exigências nutricionais para manutenção e ganho de peso de caprinos, machos não castrados, com peso vivo entre 30 e 45 kg,
2. Determinar a composição corporal e de ganho em peso desses animais,
3. Avaliar a influência da restrição alimentar sobre sua seletividade e comportamento.

O desenvolvimento deste experimento resultou na elaboração de três artigos científicos:

No Capítulo II, intitulado **Composição corporal e exigências nutricionais de energia e proteína para manutenção e ganho de peso de caprinos Saanen machos dos 30 aos 45 kg de peso vivo**, estudou-se a composição corporal de machos da raça

Saanen, de 30 a 45 kg de peso vivo, e determinaram-se suas exigências nutricionais de proteína e energia para manutenção e ganho de peso, pelo método do abate comparativo.

No capítulo III, intitulado **Composição corporal e exigências nutricionais de minerais para manutenção e ganho de peso de caprinos Saanen machos dos 30 aos 45 kg de peso vivo**, estudou-se a composição corporal de caprinos machos da raça Saanen, de 30 a 45 kg de peso vivo, e determinaram-se suas exigências nutricionais de minerais para manutenção e ganho de peso, pelo método do abate comparativo.

No capítulo IV, intitulado **Seletividade e comportamento ingestivo de caprinos Saanen submetidos a três níveis nutricionais**, estudou-se a influência do nível alimentar sobre a preferência na seleção do alimento e comportamento ingestivo de caprinos, machos e fêmeas, em confinamento.

6. Referências

- AGUIRRE, S.I.A. **Producción de caprinos**. 1. ed. Mexico: AGT, 1986. 695 p.
- ALVES, K.S.; CARVALHO, F.F.R.; VÉRAS, A.S.C. et al. Composição corporal e exigências de proteína para ganho de peso de caprinos Moxotó em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.37, n.8, p.1468-1474, 2008a.
- ALVES, K.S.; CARVALHO, F.F.R.; BATISTA, A.M.V. et al. Composição corporal e exigências de energia para ganho de peso de caprinos Moxotó em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.37, n.10, p.1853-1859, 2008b.
- ARAUJO, M.J.; MEDEIROS, A.N.; TEIXERA, I.A.M.A. et al. Mineral requirements for growth of Moxotó goats grazing in the semi arid region of Brazil. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, n.93, p.1-9, 2010.
- ARC. Agricultural Research Council. **The nutrient requirements of farm livestock**. London: Gresham Press, 1980. 351p.
- BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**. London, v.142, p.524-526, 1986.
- BROWN, D.L.; TAYLOR, S.J. Deuterium oxide dilution kinetics to predict body composition in dairy goats. **Journal of Dairy Science**, Savoy, IL, n.69, v.4, p.1151-1155, 1986.
- CAPRIPAULO. Associação Paulista de Caprinocultores. **Regulamento de caprinos leiteiros**. Disponível em: <http://capripaulo.com.br/site/wp_content/uploads/2011/07/cabrasleiteiras-capripaulo.pdf> Acesso em 26 ago. 2011.
- CATTON, J.S.; DHUYVETTER, D.V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v.75, n.2, p.533-542, 1997.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2011. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>> Acesso em: 26 ago. 2011.

FERREIRA, A.C.D. **Composição corporal e exigências nutricionais em proteína, energia e macro minerais de caprinos Saanen em crescimento.** 2003. 86p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 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**, Viçosa, MG, v.28, n.2, p.352-360, 1998.

FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos mestiços europeu x zebu. Resultados Experimentais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES. 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG, 1995, p.419-455.

GERASEEV, L.C.; PEREZ, J.R.O.; RESENDE, K.T. et al. Composição corporal e exigências nutricionais em Ca e P para ganho e manutenção de cordeiros Santa Inês, dos 15 aos 25 kg de peso vivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, n.29, v.1, p.261-268, 2000.

GONZAGA NETO, S.; SOBRINHO, A.G.S.; RESENDE, K.T. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de proteína e energia para cordeiros Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, n.6, v.34, p.2446-2456, 2005. (supl).

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of the beef carcass and cuts.** USDA Tech Bull. Washington, D.C., n.926, p.1-20, 1946.

HENRIQUE, W. **Utilização da polpa cítrica peletizada para tourinhos em terminação.** 2002. 82f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/censoagropecuário/noticias/noticia> Acesso em: 26 ago. 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2008. Disponível em: <www.1ibge.gov.br/home/presidencial/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1761&id_pagina=1> Acesso em: 14 mar. 2011.

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

LANA, R.P.O.; FONTES, C.A.A.O.; PERON, A.J. et al. Composição corporal e do ganho de peso e exigências de energia, proteína e macro elementos minerais (Ca, P, Mg, Na, e K) de novilhos de cinco grupos raciais. 2. Exigências de energia e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, MG, v.21, n.3, p.528-537, 1992.

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

MARQUES, C.A.T. **Exigências nutricionais, desempenho e características de carcaça de caprinos da raça Moxotó e regime de pasto no Semi-Árido**. 2007. 111f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2007.

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

MOLENTO, C.F.M. Animal Welfare ad production: economic aspects – Review. **Arquives of Veterinary Science**, Curitiba, v.10, n.1, p.1-11, 2005.

NOBREGA, G.H.; SILVA, A.M.A.; AZEVEDO, S.A. et al. Exigências nutricionais de proteína líquida para ganho de peso de caprinos em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45. 2008, Lavras – MG. **Anais...** Lavras. Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. p.1-4. (CD-ROM).

NRC. Nutrient Requirements Council. **Nutrient Requirements of beef cattle**. 7ed. Rev. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000. 232p.

NRC. Nutrient Requirements Council. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. Sheep, goat, cervids and new world camelids. Washington, D.C. 2006. 362p.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; COSTA E SILVA, E.V.; CHIQUITELLI NETO, M. et al. Contribuição dos estudos de comportamento de bovinos para implementação de programas de qualidade de carne. In: Encontro Anual de Etologia, 20, 2002, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Etologia, 2002, p.71-89.

PEDREIRA, M.S.; BERCHIELLI, T.T. Minerais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. 1.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 583p.

PEREIRA FILHO, J.M.; RESENDE, K.T.; TEIXEIRA, I.A.M.A. et al. Efeito da restrição alimentar sobre algumas características de carcaça de cabritos F1 Boer x Saanen. **Ciências Agrotécnicas**. Lavras, v.31, n.2, p.499-505, 2007.

QUEIROZ, A.C.; GOUVEIA, L.D.; PEREIRA, J.C. et al. Exigências Nutricionais de caprinos da raça Alpina em crescimento. 1. Exigências nutricionais de fósforo para manutenção: perdas endógenas e abate comparativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.29, n.4, p.1205-1215, 2000.

QUINTILIANO, M. H.; PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Manejo racional de bovinos de corte em confinamento: Produtividade e Bem estar animal. In: IV SINEBOV, 2006, Seropédica. **Anais...** Rio de Janeiro. CD-ROM.

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

RESENDE, K.T.; PEREIRA FILHO, J.M.; TRINDADE, I.A.C.M. et al. Exigências nutricionais de caprinos leiteiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38. 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.284-296.

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**. 1.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 583p.

SAHLU, T.; GOESTSH, A.L.; LUO, J. et al. Nutrient requirements of goats: developed equations, other consideration and future research to improve them. **Small Ruminant Research**, Newton, n.53, v.1, p.191-219, 2004.

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.

SANTOS, L. E. Hábitos e manejo alimentar de caprinos. In: Encontro Nacional para o desenvolvimento da espécie caprina, 3, 1994, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 1994, p.1-27.

SHAHIM, K.A.; BERG, R.T.; PRICE, M.A. The effect of breed type and castration on tissue growth patterns and carcass composition in cattle. **Livestock Production Science**, Philadelphia, PA, v.35, n.3/4, p.251-264, 1993.

SILVA, J.H.U.; CAMPOS, J.; RODRIGUES, M.T. et al. Seleção de ração por cabras em confinamento. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.237-239.

STANFORD, K.; McALLISTER, T.A.; MAC DOUGALL, M. et al. Use of ultrasound for the prediction of carcass characteristics in Alpine goats. **Small Ruminant Research**, Newton, n.2, v.15, p.195-201, 1995.

SUSIN, I. Exigências Nutricionais de ovinos e estratégias de alimentação. In: SILVA SOBRINHO, A.G.; BATISTA, A.M.V.; SIQUEIRA, E.R. et al. **Nutrição de Ovinos**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. p.119-141.

TEIXEIRA, I.A.M.A. **Métodos de estimativa da composição corporal e exigências nutricionais de cabritos F1 Boer x Saanen**. 2004. 92f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal, 2004.

WARMINGTON, B.G.; KIRTON, A.H. Genetic and non genetic influences on growth and carcass traits of goats. **Small Ruminant Research**, Newton, n.2, v.3, p.147-165, 1990.

WISHMEYER, D.L. Prediction of live lamb chemical composition utilizing electromagnetic scanning. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v.74, n.8, p.1864-1872, 1996.

YAÑES, E.A.; RESENDE, K.T.; FERREIRA, A.C.D. et al. Relative development of tissues, commercial meat cuts and live weight components in Saanen goats. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, n.2, v.38, p.366-373, 2009.

CAPÍTULO II

CAPÍTULO 2 - COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA E PROTEÍNA PARA MANTENÇA E GANHO DE PESO DE CAPRINOS SAANEN MACHOS DOS 30 AOS 45 KG DE PESO VIVO

RESUMO: O Objetivo deste trabalho foi determinar as exigências nutricionais de proteína e energia para manutenção e ganho de peso de caprinos Saanen machos, não castrados, com pesos entre 30 e 45 kg. Foram utilizados caprinos, da raça Saanen, com peso inicial de 30 kg de peso vivo. Para determinação das exigências de manutenção seis animais foram abatidos ao início do experimento, com $30 \pm 1,02$ kg de peso vivo, representando os animais referência inicial. Outros 18 animais foram distribuídos em seis grupos com três animais, submetidos a três níveis nutricionais: *ad libitum*, 30% e 60% de restrição. Todos os animais do grupo foram abatidos no mesmo momento, quando o animal submetido ao nível nutricional *ad libitum* atingiu 45 kg de peso após jejum. Para determinação das exigências de ganho, foram utilizados 18 animais, sendo seis abatidos como referência inicial, aos 30 kg de peso vivo; seis com 45 kg de peso vivo, ambos também utilizados no estudo de exigências para manutenção; além de outros seis animais abatidos com aproximadamente 37,5 kg de peso vivo. A composição corporal dos animais foi determinada pelo método direto, em que o corpo dos animais foi totalmente moído, para retirada da sub-amostra analisada em laboratório, sendo que os valores encontrados para composição corporal variaram de: 60 a 57% para água, 30 a 42% para matéria seca, 6,79 a 6,74% para matéria mineral, 8,8 a 14,6% para gordura e 24,7 a 27,5% para proteína; para animais de 30 a 45 kg de peso vivo. As exigências líquidas diárias para manutenção de caprinos Saanen machos, dos 30 aos 45 kg de peso vivo, foram 0,376 g de $PL_m/kg PCV^{0,75}$ e 48,24 kcal de $EL_m/kg PCV^{0,75}$. Para ganho de peso os valores observados foram de 298 a 333 g $PL_g/dia/kg$ ganho de peso de corpo vazio, o que é equivalente a 230,32 a 292,14 g $PL_g/dia/kg$ ganho de peso vivo. E exigências de 2,7 a 3,4 Mcal EL_g/kg ganho de peso de corpo vazio; o que equivale a 2,1 a 3,0 Mcal de $EL_g/dia/kg$ de ganho de peso vivo. Os resultados encontrados mostram que caprinos, machos, na fase final de crescimento requerem menos proteína e energia, que cabritos jovens na fase inicial de crescimento.

Palavras chave: abate comparativo, exigência líquida, método direto

CHAPTER 2 - BODY COMPOSITION AND NUTRITIONAL ENERGY AND PROTEIN REQUIREMENTS FOR MAINTENANCE AND GAIN TO SAANEN MALE KID GOATS FROM 30 TO 45 KG OF BODY WEIGHT

ABSTRACT: The objective was to determine the nutritional requirements of protein and energy for maintenance and weight gain of Saanen male goats, non-castrated, from 30 to 45 kg of weight. We used 30 non-castrated male goats, Saanen, with 30 kg of initial body weight. To determine the maintenance requirements, six animals were slaughtered at beginning, with 30 ± 1.02 kg of live weight, representing the initial reference animals. Others 18 animals were divided into six groups, with three animals submitted to three nutritional levels: ad libitum, 30% and 60% of food restriction. All animals in the group were slaughtered at same time, when the animal submitted to ad libitum nutritional level reached 45 kg of weight, pos fasting. To determine gain requirements, 18 animals were used, six slaughtered in begin as an initial reference, to 30 kg of body weight, six with 45 kg of body weight, both used in requirements for maintenance study, and others six animals were slaughtered at approximately 37.5 kg of body weight. The body composition was determined by direct method, in which all animal body was completely crushed to collected sub-sample, analyzed in laboratory, and value found for body composition ranged from 60 to 57% water, 30 to 42% dry matter, 6.79 to 6.74% ash, 8.8 to 14.6% fat and 24.7 to 27.5% protein, for animals from 30 to 45 kg of body weight. Daily net requirements for maintenance were: 0.376 g net protein/kg EBW^{0.75} and 48.24 kcal net energy/kg EBW^{0.75}, animals from 30 to 45 kg live weight. To body weight gain, values found were of 298 to 333 g daily net protein/kg of EBW gain, which the same of 230.32 and 292.14 g to daily net protein/kg live weight gain. And daily net energy requirements of 2.7 to 3.4 Mcal/kg EBW gain, which the same of 2.1 to 3.0 Mcal/kg live weight. That results showing that animals, male goats, from 30 to 45 kg of body weight needed less protein and energy than young kids.

Keywords: comparative slaughter, net requirement, direct method

1. Introdução

Segundo IBGE (2011) em 2009 foram registrados 9,164 milhões de cabeças de caprinos no país; e o rebanho nacional, de ovinos e caprinos, que somava em 2004, 25 milhões de cabeças, atualmente já supera 30 milhões de animais.

Em virtude deste grande crescimento da caprinocultura ocorrido nos últimos anos e em face do potencial produtivo desses animais, tornam-se necessários estudos e pesquisas nas diversas áreas da caprinocultura, principalmente aquelas ligadas à nutrição e exigências nutricionais dessa espécie, objetivando produção mais eficiente.

As exigências nutricionais são distintas entre as espécies devido às diferenças no hábito alimentar, atividades físicas, composição de carcaça, entre outros, justificando assim o estudo isolado das mesmas (NRC, 2006). Além disso, a determinação das exigências deve considerar as condições edafoclimáticas, genéticas, sexo e idade dos animais, ressaltando a importância da determinação de exigências nutricionais próprias para os animais de cada país, mostrando que o preconizado pelos comitês internacionais pode não ser aplicado nas condições brasileiras, principalmente porque o número de trabalhos utilizados em suas compilações ainda é pequeno, culminando em dietas mal balanceadas, baixo desempenho dos animais, prejuízos econômicos e ambientais pela contaminação com nutrientes mal utilizados.

As recomendações de exigências nutricionais para caprinos e ovinos adotados no Brasil, em sua maioria, ainda são preconizados por comitês internacionais, baseadas em diferentes raças e muitas vezes utilizando diferentes espécies, principalmente ovinos e bovinos. Por esta razão nem sempre condizem com o desempenho observado, uma vez que as exigências são diretamente influenciadas por fatores como as condições ambientais, nível nutricional, raça e idade (RESENDE et al., 2001).

Essas diferenças são decorrentes da diferenciada deposição de tecido muscular e adiposo, variações no tamanho dos órgãos, taxa metabólica e composição corporal (ARC, 1980). Assim, as exigências para manutenção de machos não castrados devem ser superiores às de castrados e fêmeas, devido às diferenças em sua composição corporal

e potencial de crescimento, assim como as exigências de animais mais velhos devem ser menores que as exigências de animais jovens, devido a diferenças no crescimento e na deposição de tecidos (RESENDE et al., 2008), tendo em vista que a maturidade do animal é caracterizada pelo aumento da proporção de gordura, de modo que as concentrações de proteína, minerais e água decrescem com a idade e com a engorda (FERREIRA et al., 1998; ALVES et al., 2008a).

O conhecimento da composição corporal dos animais é fundamental para determinação das exigências, sendo que os principais componentes do corpo são: água, gordura, proteína e minerais. Assim, é esperado que devam existir exigências nutricionais específicas para cada fase da vida do animal. Entretanto ainda existem muitas lacunas no que se refere às exigências nutricionais de caprinos machos, que são muitas vezes criados com as mesmas condições das fêmeas produtoras de leite do rebanho, prejudicando o desenvolvimento desses animais.

Dentre as raças de caprinos leiteiros criados no mundo, a mais difundida é a Saanen, e no Brasil esta raça apresenta crescimento significativo devido principalmente à alta produção de leite, sendo certamente também a mais difundida (CAPRIPAULO, 2011). Nesses sistemas de produção, no entanto, pouca ou nenhuma atenção é despendida aos caprinos machos que podem ser utilizados na melhoria da renda da propriedade, seja para engorda e abate, ou para recria e venda como jovens reprodutores. Independente da situação o produtor não conta com tecnologia e técnicas de manejo adequadas para garantia de lucro extra com esses animais, principalmente no que se refere às exigências nutricionais de caprinos machos, em fase final de crescimento, posto que apesar das recomendações do NRC (2006), as informações sobre esta categoria, principalmente em sistemas produtivos brasileiros, ainda são pouco conhecidas.

Com base no exposto, o objetivo deste foi determinar a composição corporal e as exigências nutricionais de energia e proteína, para manutenção e ganho de peso, de caprinos Saanen machos, não castrados, dos 30 aos 45 kg de peso vivo.

2. Material e Métodos

O experimento foi realizado na UNESP, campus de Jaboticabal - SP, no Setor de Caprinocultura pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), localizada a 21° 15' 22' S e 48° 15' 58'' W, altitude de 595 m, entre o período de abril de 2008 a agosto de 2009, em que foi observado variações de temperatura entre 24,6 e 31,6 °C, e umidade relativa entre 21,5 e 68,2%, para mínima e máxima, respectivamente.

Foram utilizados 30 caprinos machos não castrados, da raça Saanen, que foram adquiridos, em sua maioria de outros criatórios, logo após a desmama, e que permaneceram alojados em baias coletivas, no Setor de Caprinocultura, até o início do período experimental.

O experimento foi dividido em dois ensaios: um para determinação das exigências de manutenção e outro para determinação das exigências para ganho de peso; conforme distribuição apresentada na Figura 1; e teve início quando os animais atingiram $30 \pm 1,02$ kg de peso vivo, quando foram alojados em baias individuais, com dimensão de 0,50 x 1,0 m, piso ripado elevado do solo e acesso irrestrito a água.

A dieta foi balanceada de acordo com o NRC (2006), para atender as exigências nutricionais de animais com peso vivo entre 30 e 45 kg, para ganho diário de 250 gramas. O alimento foi oferecido sob forma de ração completa, constituída de aproximadamente 240 g de feno de Tifton e 760 g de concentrado por kg de matéria seca da dieta oferecida, conforme Tabela 1.

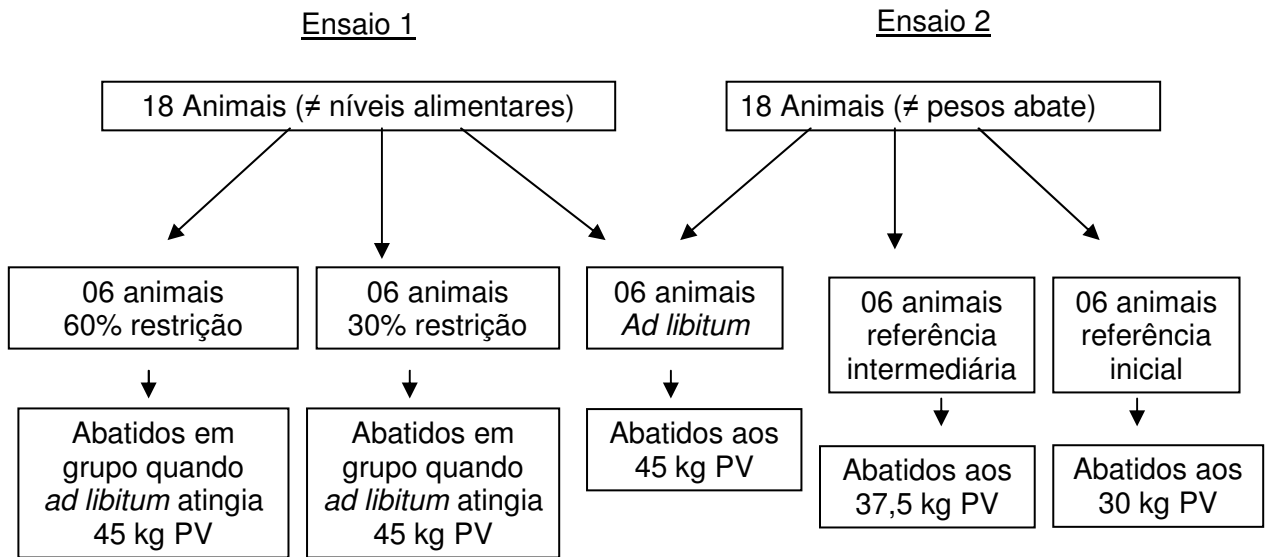


Figura 1. Distribuição esquemática dos animais nos ensaios para determinação das exigências de manutenção (Ensaio 1) e ganho de peso (Ensaio 2).

Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição bromatológica da dieta utilizada

Ingredientes	%MS ¹	EB (kcal/kg MS)	%MS				
			PB	EE	C	FDA	FDN
Feno Tifton	24,15	944,46	1,81	6,36	1,61	9,02	17,49
Milho	48,85	1996,40	3,89	1,04	0,66	1,93	7,91
Farelo Soja	13,97	613,96	6,54	0,83	0,81	0,98	1,88
Farelo Trigo	8,87	367,98	1,42	0,79	0,44	0,99	3,43
Calcário calcítico	1,59	-	-	-	1,54	-	-
Cloreto amônio	1,14	-	-	-	1,02	-	-
Sal	0,45	-	-	-	0,40	-	-
Suplemento mineral ²	0,42	-	0,003	-	0,32	0,01	0,11
Bicarbonato de sódio	0,45	-	-	-	0,41	-	-
Total	100,00	3922,80	13,68	9,07	7,25	12,95	30,83

¹MS – matéria seca, EB – energia bruta, PB - proteína bruta, EE - extrato etéreo, C – cinzas ou matéria mineral, FDN - fibra insolúvel em detergente neutro, FDA – fibra insolúvel em detergente ácido.

²Composição do suplemento mineral em kg: 190 g cálcio, 73 g de fósforo, 44 g de magnésio, 62 g de sódio, 92 g de cloro, 30 g de enxofre, 1350 mg de zinco, 34 mg de cobre, 940 mg de manganês, 1064 mg de ferro, 3 mg de cobalto, 16 mg de iodo, 18 mg de selênio, 730 mg de flúor.

2.1. Exigências para manutenção

Para estimativa das exigências por meio do abate comparativo, se faz necessária a determinação da composição do corpo e da composição do ganho de peso dos animais durante o período experimental. Para tal seis animais foram abatidos ao início do experimento, com $30 \pm 1,02$ kg de peso vivo, representando os animais referência, para que a partir deles pudesse ser estimada a composição corporal inicial dos demais animais.

Para a determinação das exigências para manutenção, 18 animais foram distribuídos em seis grupos de três animais, e em cada grupo os animais foram submetidos a três níveis nutricionais: *ad libitum*, 30% e 60% de restrição (Figura 1).

A dieta experimental foi fornecida diariamente e teve o consumo calculado pela diferença entre a quantidade fornecida e a sobra, sendo que as quantidades oferecidas foram ajustadas diariamente. A quantidade fornecida aos animais submetidos à restrição alimentar foi calculada em função do consumo dos animais alimentados *ad libitum*, em cada grupo, para os quais foi permitida sobra de 15 a 20% sobre a matéria natural oferecida.

Os animais, divididos em função do nível nutricional, foram abatidos quando o animal do nível nutricional 0% restrição (*ad libitum*) atingiu 45 kg de peso após jejum, sendo abatido juntamente com os animais submetidos à restrição, pertencentes ao mesmo grupo, apresentando, dessa forma, mesma quantidade de dias experimentais.

Os procedimentos adotados para o abate foram idênticos para todos os animais, que foram submetidos a jejum de sólidos por 16 horas, sendo então pesados para obtenção do peso em jejum (PJ); e encaminhados para o abatedouro experimental do Setor de Caprinocultura da FCAV/UNESP em Jaboticabal, onde foram abatidos por meio de secção das veias jugulares e carótidas após insensibilização.

O sangue foi coletado e pesado, o trato gastrintestinal foi removido e pesado, antes e após a retirada de seu conteúdo, para determinação do peso do corpo vazio

(PCV), pela subtração ao peso em jejum do peso do conteúdo gastrintestinal, do conteúdo da bexiga e vesícula.

As carcaças foram refrigeradas a 5° C por 24 h, e após este período cada uma foi dividida longitudinalmente em duas meias-carcaças, que foram congeladas para posterior processamento. As partes congeladas foram moídas e homogeneizadas, e destas foram retiradas sub-amostras de 100g, que foram liofilizadas e moídas em moinho de bola para determinação do teor de matéria seca (MS) (item 39.1.02), extrato etéreo (EE) (item 39.1.05), cinzas (C) (item 39.1.09) e proteína bruta (PB) (item 39.1.19) segundo AOAC (2007); e energia bruta (EB) usando bomba calorimétrica (Parr Instrument Co., Moline, IL).

A composição corporal dos animais foi determinada pelo método direto, em que o corpo dos animais foi totalmente moído, para retirada da sub-amostra que foi analisada em laboratório. Dessa forma, a composição corporal inicial dos animais que foram abatidos ao final do experimento, foi estimada com base na composição corporal dos animais referência, abatidos ao início do experimento com 30 kg de peso vivo. Da mesma forma, peso do corpo vazio inicial (PCVi) foi calculado por equações de regressão desenvolvidas a partir dos animais referência, para a determinação da composição corporal inicial desses animais, em matéria seca, proteína, gordura, cinzas e energia.

Dessa forma, as equações obtidas foram:

- $PJi = -7,01071 + 1,19286 \times PI$, em que: PJi é o peso em jejum inicial dos animais, e o PI o peso vivo inicial ($R^2 = 0,95$);
- $PCVi = -8,60646 + 1,05994 \times PJi$, em que: o PCVi é o peso do corpo vazio inicial, e o PJi o peso em jejum inicial ($R^2 = 0,66$).
- $MS (g) = -2821,93 + 509,97 \times PCVi$ ($R^2 = 0,70$);
- $PB (g) = -2474,90 + 353,47 \times PCVi$ ($R^2 = 0,74$);
- $EE (g) = -4030,69 + 266,71 \times PCVi$ ($R^2 = 0,62$);
- $C (g) = -416,87 + 85,20 \times PCVi$ ($R^2 = 0,62$);

▪ $EB \text{ (kcal)} = -28686 + 3201,58 \times PCVi$ ($R^2 = 0,69$); para as quais PCVi é o peso do corpo vazio dos animais ao início do experimento, e MS, PB, EE, C e EB são a composição inicial do corpo: em matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, cinzas e energia bruta, respectivamente.

As exigências de manutenção em proteína foram estimadas por meio de equações de regressão da retenção de nitrogênio no corpo dos animais durante o período experimental (y) em função da ingestão de nitrogênio da dieta (x), neste mesmo período. As exigências líquidas de proteína para manutenção, consideradas as perdas endógenas e metabólicas, foram estimadas como sendo a quantidade de nitrogênio retido quando a ingestão deste elemento foi extrapolada para zero, multiplicado pelo fator 6,25. A exigência de proteína dietética para manutenção foi estimada como sendo a quantidade de nitrogênio ingerido quando extrapolada a retenção de nitrogênio para zero, multiplicado pelo fator 6,25.

Para a determinação da exigência líquida de energia para manutenção foi utilizado o logaritmo da produção de calor (PC), que foi obtido a partir da diferença entre ingestão de energia metabolizável e energia retida no corpo dos animais (LOFGREEN & GARRET, 1968). A exigência de manutenção foi então considerada como a produção de calor quando a ingestão de energia metabolizável foi extrapolada para zero.

2.2. Exigências para Ganho

Para estimativa das exigências por meio do abate comparativo, se faz necessária a determinação da composição do corpo e da composição do ganho de peso dos animais. Para tal seis animais foram abatidos ao início do experimento, com $30 \pm 1,02$ kg de peso vivo, representando os animais referência, para que a partir deles pudesse ser estimada a composição corporal inicial dos demais animais. Outros seis animais, alimentados *ad libitum*, foram abatidos com aproximadamente 37,5 kg de peso vivo representando os animais com composição corporal intermediária. A composição

corporal final foi obtida com o abate dos seis animais alimentados *ad libitum* que foram abatidos com aproximadamente 45 kg de peso vivo em jejum (Figura 1).

Para acompanhamento do desempenho dos animais os animais foram pesados semanalmente, antes da alimentação, em balança eletrônica com precisão de 0,1 kg.

A dieta experimental, os procedimentos de alimentação e os de abate foram os mesmos descritos anteriormente.

As equações de regressão da quantidade dos nutrientes no corpo vazio (y) em função do peso do corpo vazio (x) foram estimadas, por meio da equação alométrica logaritmizada do tipo $\log y = a + b \log x$ (ARC, 1980). Para a estimativa da composição de ganho de peso, as equações de composição corporal foram derivadas obtendo-se assim uma equação do tipo $y = b 10^a x^{(b-1)}$.

Como as exigências líquidas para ganho são estimadas em função do peso do corpo vazio dos animais, e por ser essa uma informação de difícil acesso para o produtor rural, as determinações foram corrigidas para o peso vivo em jejum dos animais, a partir de uma relação entre os dois pesos, de forma que as exigências líquidas de energia e proteína por kg de peso vivo foram obtidas pela equação:

▪ $PCV = -9,52252 + 1,08959 \times PJ$; em que o PCV é o peso de corpo vazio, e o PJ é o peso vivo em jejum dos animais ($R^2 = 0,97$).

2.3. Ensaio de Metabolismo

Durante o experimento foi desenvolvido um ensaio de metabolismo, para o qual todos os animais dos grupos submetidos aos diferentes níveis alimentares foram alojados em gaiolas metabólicas, que permitiram o controle total de ingestão de água e de alimento sólido, bem como a separação de fezes e urina.

O ensaio de metabolismo foi realizado com todos os animais utilizados no ensaio da determinação das exigências de manutenção. De forma que os animais de cada grupo foram alojados em gaiolas de metabolismo quando os animais, submetidos à alimentação *ad libitum*, de cada grupo, atingiram aproximadamente 37,5 kg de peso

vivo, e a colheita dos dados, com duração de cinco dias, teve por objetivo a determinação das frações digestíveis e metabolizáveis dos nutrientes.

A quantidade de fezes excretada por animal foi pesada em balança eletrônica com precisão de 0,1 g, sendo retirada uma amostra proporcional diária para formação de uma amostra composta dos cinco dias e dessa foi retirada uma sub-amostra de 200 g para a realização das análises laboratoriais. Diariamente a urina foi coletada em baldes, acidificados com 20 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 40% (v/v), para prevenir a volatilização do nitrogênio. A quantidade diária de urina excretada por animal foi pesada em balança eletrônica com precisão de 0,1 g, sendo colhidas amostras proporcionais diárias para compor a amostra composta, a qual foi utilizada para as análises laboratoriais.

As amostras dos ingredientes da dieta, das sobras de alimentos, das fezes e urina foram secas em estufa de circulação de ar forçado a 60 ± 5 °C por 72 h, até peso constante. Com exceção das amostras de urina, as demais foram trituradas em moinho tipo Wiley (Arthur H. Tomas Co., Philadelphia, PA) utilizando peneira com crivos de 1 mm. As amostras foram analisadas segundo AOAC (2007) para determinar a matéria seca (estufa 105 °C, até atingirem peso constante, item 934.01), cinzas (combustão completa em um forno mufla a 600 °C por 6 h, item 934.01), teor de gordura (com base na perda de peso da amostra seca após extração com éter de petróleo em um aparelho de extração Soxhlet por 6 h, item 920.39), proteína (dosagem de nitrogênio pelo método micro-Kjeldahl, item 954.01). Também foi determinado o teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) com uso de amilase e sem sulfito (Van Soest et al., 1991), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) (Goering e Van Soest, 1970), e energia bruta (EB) usando bomba calorimétrica (Parr Instrument Co., Moline, IL).

A energia digestível (ED) foi calculada por meio da energia bruta (EB) do alimento oferecido, subtraída a EB do recusado e excretado nas fezes; e a energia metabolizável (EM) foi calculada por meio da ED menos a EB da urina, e dos produtos gasosos (EPGD) que foram estimados utilizando a equação proposta por BLAXTER & CLAPPERTON (1965):

- $EPGD(kcal) \equiv [(4,28 + 0,059 \times CDE(\%)) \times EB(kcal)] / 100$; em que: EPGD é a produção diária de gases, CDE é o coeficiente de digestibilidade da energia e EB é a energia bruta ingerida.

Para determinação das exigências em energia metabolizável, a partir das exigências líquidas foi utilizada a equação proposta pelo ARC (1980):

- $km = 0,35qm + 0,503$; em que: km é a eficiência de utilização da energia e qm a metabolizabilidade média de cada tratamento.

Para estimar o aproveitamento do nitrogênio e da energia pelos animais, foram calculados: o balanço de nitrogênio, o valor biológico da proteína e a metabolizabilidade da energia, pelas fórmulas:

- $BN = [(PBconsumida(g) - (PBexcretada_{fezes} + PBexcretada_{urina}(g))] / 6,25$; em que:

BN é o balanço de nitrogênio, e PB a proteína bruta, mostrando o nitrogênio retido no corpo do animal;

- $VBP = [PBconsumida(g) - (PBexcretada_{fezes}(g) + urina(g))] / (PBconsumida - PBexcretada_{fezes}(g))$;

em que: VBP é o valor biológico da proteína e PB a proteína bruta, mostrando a eficiência de utilização da proteína absorvida;

- $q = EM / EB$; em que: q é a metabolizabilidade da energia, EM é a energia metabolizável e EB a energia bruta da dieta, que mostra quanto da energia ingerida é realmente aproveitada.

2.4. Análise estatística

Para as variáveis utilizadas no ensaio das exigências para manutenção e no ensaio de metabolismo, o delineamento experimental utilizado foi em blocos (grupos), com três tratamentos (níveis de restrição: 0, 30 e 60%), utilizando-se o PROC MIXED (SAS Inst. Inc., Cary, NC), e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

As equações de regressão, utilizadas na determinação das exigências para manutenção foram obtidas por meio da regressão das quantidades dos nutrientes

presentes no corpo vazio, em função da quantidade do nutriente ingerida, utilizando o PROC REG do SAS 9.0 (2002) (SAS Inst. Inc., Cary, NC), adotando-se o modelo $y = a + bx$.

Para determinação das exigências para ganho, o delineamento estatístico utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado, com três pesos de abate (30; 37,5 e 45 kg). As variáveis foram avaliadas por análise de variância pelo PROC GLM (SAS Inst. Inc., Cary, NC) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

As equações de predição das exigências para ganho de peso foram obtidas por meio da regressão das quantidades dos nutrientes presentes no corpo vazio, em função do peso do corpo vazio, conforme a equação do modelo I.

Modelo I

$$y_{ij} = \mu + bx_i + e_{ij};$$

em que:

y_{ij} = logaritmo da quantidade de nutriente presente no corpo do animal;

μ = média;

b = coeficiente de regressão;

x_i = logaritmo do peso do corpo vazio;

e_{ij} = erro aleatório.

Sendo os dados submetidos a uma análise regressão pelo PROC REG (SAS Inst. Inc., Cary, NC).

Para a determinação da composição do ganho em peso, derivou-se a equação alométrica logaritmizada da composição corporal ($\log y = a + b \log x$) em função do logaritmo do peso do corpo vazio, sendo utilizado o modelo II.

Modelo II:

$$y^b = b \cdot 10^a \cdot X^{(b-1)};$$

em que:

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

y^j = exigência líquida de ganho do nutriente (g);

X = peso corporal vazio, em kg;

a = intercepto da equação de predição do conteúdo corporal do nutriente.

O programa estatístico utilizado foi o “Statistical Analysis System” 9.0 (SAS, 2002).

3. Resultados e Discussão

Os dados gerais do experimento de estimativa das exigências para manutenção e o consumo de cada fração dos nutrientes durante o período experimental, em função do nível alimentar (0, 30 e 60% de restrição) são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Peso vivo, peso de corpo vazio inicial e final dos animais, consumo de nutrientes (g/dia/PCV^{0,75} e kcal/dia/PCV^{0,75}) durante o período experimental, em função do nível de restrição alimentar

Variável ¹	Nível Restrição (%)			P ²
	0	30	60	
Peso inicial (kg)	30,03a	29,01b	29,01b	0,0001
PCV inicial (kg)	21,93a	20,65b	20,02b	0,0001
Peso final (kg)	48,36a	43,06b	30,03c	0,0001
Peso jejum final (kg)	45,03a	39,33b	28,71c	0,0001
PCV final (kg)	39,66a	34,17b	25,79c	0,0001
Ganho peso (kg)	18,33a	14,05b	1,02c	0,0001
CMS (g/dia/PCV ^{0,75})	102,05a	73,57b	49,11c	0,0001
CPB (g/dia/PCV ^{0,75})	13,84a	10,00b	6,72c	0,0001
CEE (g/dia/PCV ^{0,75})	3,54a	2,15b	1,41c	0,0001
CC (g/dia/PCV ^{0,75})	7,03a	5,26a	3,54b	0,0081
CFDA (g/dia/PCV ^{0,75})	13,91a	9,72b	6,45c	0,0001
CFDN (g/dia/PCV ^{0,75})	32,43a	23,11b	15,31c	0,0001
CEB (kcal/dia/PCV ^{0,75})	403,93a	289,80b	193,76c	0,0001
CEM (kcal/dia/PCV ^{0,75})	228,82a	165,64b	96,91c	0,0001

¹PCV = peso de corpo vazio, ECC – escore de condição corporal, CMN – consumo de matéria natural, CMS – consumo de matéria seca, CPB – consumo de proteína bruta, CEE – consumo de extrato etéreo, CC – consumo de cinzas ou matéria mineral, CFDA – consumo de fibra insolúvel em detergente ácido, CFDN – consumo de fibra insolúvel em detergente neutro, CEB – consumo de energia bruta, CEM – consumo de energia metabolizável.

P² – Nível de significância. Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

De acordo com o esperado, em função dos níveis alimentares a que estavam submetidos, os animais do grupo *ad libitum* ingeriram maior quantidade das frações de todos os nutrientes em relação aos demais, o que os fez apresentarem maiores ganhos de peso e com isso, maiores pesos em jejum e de corpo vazio finais.

Como os animais foram divididos em grupos contemporâneos para restrição e foram abatidos quando o animal alimentado *ad libitum* de cada grupo atingiu peso em jejum de 45 kg, e o número de dias do ensaio para determinação das exigências de manutenção foi igual para cada grupo alimentar, apresentando em média 100 dias. Houve diferença de 1,02 kg entre a média de peso inicial dos animais do grupo *ad libitum*, em relação aos demais, demonstrando falha na divisão dos animais em blocos, o que resultou em pequenas diferenças também nos pesos de corpo vazio iniciais.

Os níveis alimentares utilizados estavam de acordo com o proposto pela metodologia, já que deveriam contemplar três diferentes níveis alimentares, de forma que houvesse um nível nutricional *ad libitum*, que permitisse ao animal o máximo de seleção e consumo; um nível alimentar próximo a manutenção (60% restrição), que não permitisse ao animal grandes variações de peso durante o experimento; e um nível alimentar intermediário (30% restrição), que permitisse ao animal suprir as exigências para manutenção do organismo e também algum ganho de peso.

Dessa forma, foi observada diferença no desempenho dos animais, com superioridade dos animais alimentados *ad libitum*, que apresentaram ganhos de peso médios, durante o experimento, de 18 kg; enquanto que aqueles submetidos à restrição mais severa, com ingestão de alimento próximo a manutenção, apresentaram ganhos de peso próximos a 1 kg.

Na Tabela 3, são apresentados os dados gerais do experimento para determinação das exigências para ganho de peso. Como os animais apenas entravam no experimento na medida em que atingiam 30 kg de peso vivo, os animais utilizados como referências iniciais, foram abatidos logo ao início do experimento, não apresentando dessa forma valores para dias de experimento e tampouco ganho de peso no período.

Apesar de os animais terem sido criados em confinamento, com ração balanceada, a eficiência de ganho para as condições pode ser considerada baixa, uma vez que o ganho de peso médio foi de 148 g/dia, já que a dieta havia sido balanceada de acordo com o NRC (2006) para ganhos de 250 g/dia.

Tabela 3. Peso inicial, final, em jejum e peso do corpo vazio, dias de experimento, ganhos de peso total e diário, e composição do corpo (% PCV) de caprinos Saanen, em função do peso de abate

Variável ¹	Média	Pesos de abate (kg)			CV	P ²
		30	37,5	45		
PI (kg)	30,62	31,16	30,66	30,03	2,82	0,1079
PF (kg)	38,93	31,16c	37,28b	48,36a	3,69	0,0001
PJ (kg)	36,99	30,16c	35,78b	45,03a	4,30	0,0001
PCV (kg)	30,78	23,36c	29,32b	39,66a	6,19	0,0001
DIAS_EXP	79,25	-	58,50b	100,00a	35,77	0,0001
GP_total (kg)	12,47	-	6,61b	18,33a	15,08	0,0001
GP/DIA (kg/dia)	0,14	-	0,11b	0,18a	44,79	0,0001
%MS	40,81	38,81	41,83	41,80	9,02	0,2940
%AGUA	59,18	61,18	58,16	58,19	6,22	0,2940
%CINZAS	6,82	6,71	7,10	6,66	11,88	0,6062
%EE	11,80	9,27b	11,75ab	14,38a	20,87	0,0096
%PTN	26,25	24,66	26,94	27,15	10,18	0,2349
kcal EB/kg	2195,45	1963,50b	2311,70ab	2411,20a	11,82	0,0298

¹PI = peso inicial, PF = peso final, PJ = peso jejum, , PCV = peso do corpo vazio, DIAS_EXP = duração do experimento em dias, GP_total = ganho de peso total, GP/dia = ganho de peso por dia, %MS = % de matéria seca no corpo vazio, %AGUA = % água no peso do corpo vazio, %CINZAS = % cinzas no peso do corpo vazio, %EE = % de extrato etéreo no peso do corpo vazio, %PTN = % de proteína no peso do corpo vazio, kcal EB/kg = kcal de energia por kg de peso de corpo vazio.

CV – coeficiente de variação.

P² – Nível de significância. Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Para a composição do corpo não foram observadas diferenças, em relação aos diferentes pesos de abate, com exceção ao teor de extrato etéreo do corpo, em que foi observada superioridade dos animais com maior peso ao abate, demonstrando que a gordura passou a ser depositada mais tardiamente em relação aos demais tecidos, que por sua vez influenciou a quantidade de energia no corpo desses animais, o que está de acordo com o citado por MARCONDES et al. (2009). Mas, de acordo com ALVES et al. (2008a) as concentrações para proteínas e cinzas deveriam ser superiores, uma vez que com a maturidade a porcentagem de água corporal diminui em relação aos demais nutrientes, especialmente a gordura.

Nos estudos de ALVES et al. (2008b) com caprinos machos, não castrados, dos 15 aos 25 kg de peso vivo, a composição corporal foi estimada com valores que variavam de 61 a 67% de água, 7 a 14% de gordura, 19 a 21% de proteína e 4,0 a 4,5% de minerais; valores esses bem próximos aos encontrados neste experimento, porém inferiores ao encontrado para proteína e minerais.

SOUZA (1997) analisando dados internacionais observou variações na composição de água de 47 a 74%, proteína de 14 a 19,9%, gordura de 6,0 a 34,2% e de minerais de 2,5 a 8,1% para caprinos com peso entre 12 e 30 kg, valores esses que também enquadram aqueles apresentados neste experimento, para animais com pesos entre 30 e 45 kg, com exceção aos teores de proteína.

A composição em proteína no corpo dos animais experimentais manteve-se praticamente constante, com média de 26,25%, não havendo diferença com o aumento do peso do corpo vazio. Isso se deve, provavelmente, ao fato de o ensaio ter sido iniciado com animais com peso médio de 30 kg, quando possivelmente já estariam estabilizando crescimento muscular e conseqüentemente apresentariam menor anabolismo protéico. No entanto, a proporção de proteína observada, foi próxima ao valor apresentado por ALVES et al. (2008b), que foi de 21%; mas ainda assim superior à maioria dos valores encontrados, mostrando que talvez esses animais pudessem ter uma maior porcentagem de músculo, quando comparado aos dos demais estudos, o que também poderia influenciar a proporção de matéria mineral.

SANZ SAMPELAYO et al. (1995) e MEDEIROS (2001) verificaram deposição crescente de proteína no corpo vazio de acordo com crescimento muscular; possivelmente porque utilizaram animais jovens; entretanto, TEIXEIRA (2004) encontrou resposta decrescente para animais oriundos de cruzamentos Boer e Saanen, entre 15 e 25 kg. No entanto, em discussão sobre a deposição de tecidos no corpo dos animais MENEZES et al. (2009) ressaltaram que carcaças mais pesadas, independente do grupo racial apresentam maior proporção muscular e que fatores como o sexo e estágio fisiológico são fatores determinantes na proporção e locais de deposição dos tecidos, justificando, portanto, os maiores valores observados.

A concentração de água no corpo dos animais foi inferior à relatada nos estudos realizados por MEDEIROS (2001); FERREIRA (2003); TEIXEIRA (2004) e ALVES et al. (2008b), provavelmente em virtude da maior idade ao abate dos animais utilizados nesta pesquisa, já que a maturidade do animal é também caracterizada pelo aumento da proporção de gordura corporal (FERREIRA et al., 1998).

3.1. Composição do corpo e exigências para ganho de peso

As equações alométricas logaritmizadas, apresentadas na Tabela 4, foram elaboradas utilizando os dados dos animais em todos os pesos de abate (30; 37,5 e 45 kg). Os coeficientes de determinação (R^2) e a raiz quadrada do erro (RMSE) obtidos demonstram baixa dispersão dos dados avaliados, mostrando a confiabilidade das equações obtidas para predição da composição corporal.

Tabela 4. Equações de regressão para estimar o peso de corpo vazio e a composição corporal (g/kg PCV e kcal/kg PCV) de caprinos Saanen, dos 30 aos 45 kg de peso vivo

Variável ¹	Equações alométricas logaritmizadas	R^2	RMSE
PCV, kg	$PCV(kg) = -9,522 \pm 1,64 + 1,089 \pm 0,04 \times PJ(kg)$	0,97	1,17
MS	$Log \overline{MS}(g) = 2,387 \pm 0,13 + 1,150 \pm 0,09 \times Log PCV(kg)$	0,90	0,03
Água	$Log \overline{\text{Água}}(g) = 2,918 \pm 0,09 + 0,900 \pm 0,06 \times Log PCV(kg)$	0,93	0,02
Cinzas	$Log \overline{Cinzas}(g) = 1,854 \pm 0,18 + 0,984 \pm 0,12 \times Log PCV(kg)$	0,79	0,05
EE	$Log \overline{EE}(g) = 0,681 \pm 0,285 + 1,930 \pm 0,19 \times Log PCV(kg)$	0,86	0,08
PTN	$Log \overline{EE}(g) = 2,114 \pm 0,15 + 1,204 \pm 0,10 \times Log PCV(kg)$	0,89	0,04
EB	$Log \overline{EB}(kcal) = 2,738 \pm 0,167 + 1,405 \pm 0,113 \times Log PCV(kg)$	0,90	0,04

¹PCV = Peso do corpo vazio, MS = matéria seca, EE = extrato etéreo, PTN = proteína, EB = energia.
 R^2 = coeficiente de determinação da equação; RMSE = raiz quadrada do quadrado médio do resíduo.

O peso do corpo vazio e os nutrientes apresentados na Tabela 5 foram estimados a partir das equações de regressão da Tabela 4. A quantidade de água diminuiu com a alteração dos pesos de 30 para 45 kg, em 5,2%; já a quantidade de

proteína, extrato etéreo e energia aumentaram com o aumento do peso vivo, sendo que para proteína, extrato etéreo e energia o aumento foi de 11; 65 e 24%, respectivamente.

Tabela 5. Peso do corpo vazio e composição corporal estimada de caprinos Saanen, dos 30 aos 45 kg de peso vivo, em função do peso corporal

Variável ¹	Peso Corporal (kg)			
	30	35	40	45
PCV (kg)	23,165	28,613	34,061	39,509
MS (g/kg PCV)	390,16	403,00	414,01	422,84
Água (g/kg PCV)	605,07	592,82	583,00	573,94
Cinzas (g/kg PCV)	67,94	67,77	67,68	67,45
EE (g/kg PCV)	88,77	108,65	127,95	146,60
PTN (g/kg PCV)	247,04	258,14	267,75	275,67
EB (kcal/kg PCV)	1953,07	2129,55	2287,74	2426,14

¹PCV = Peso do corpo vazio, MS = matéria seca, EE = extrato etéreo, PTN = proteína, EB = energia bruta.

A composição do ganho em peso, apresentada na Tabela 6, foi obtida por meio da derivação da equação alométrica logaritimizada apresentada na Tabela 4. Os resultados indicam que quando os animais passaram dos 30 para os 45 kg de peso vivo a composição do ganho, a qual representa a exigência líquida de proteína para ganho (PL_g) aumentou de 298,29 para 332,72 g PL_g/kg de ganho de peso de corpo vazio (GPCV); para extrato etéreo passou de 172,74 para 283,86 g/kg GPCV, enquanto para energia (EL_g) passou de 2752,32 para 3417,48 kcal EL_g/kg de ganho de peso de corpo vazio.

Tabela 6. Equações para predição da composição do ganho em peso de corpo vazio (g/kg GPCV e kcal/kg GPCV) e para predição da exigência líquida de ganho de caprinos Saanen, dos 30 aos 45 kg de peso vivo

Variável ¹	Peso Vivo (kg)				Equações para predição da exigência líquida de ganho ²
	30	35	40	45	
MS	392,16	462,79	476,44	487,17	$0,51043 \times 10^{2,38744} \times \text{PCV}^{0,15002}$
Água	545,82	534,48	525,29	517,60	$0,90054 \times 10^{2,9183} \times \text{PCV}^{-0,09946}$
Cinzas	67,050	66,826	66,642	66,486	$0,98419 \times 10^{1,85494} \times \text{PCV}^{-0,01581}$
EE	172,74	210,25	247,26	283,86	$1,93036 \times 10^{0,68197} \times \text{PCV}^{0,93036}$
PTN	298,29	311,48	322,79	332,75	$1,20473 \times 10^{2,11434} \times \text{PCV}^{0,20473}$
EB	2752,32	2998,41	3217,96	3417,48	$1,40544 \times 10^{2,73853} \times \text{PCV}^{0,40544}$

¹MS = matéria seca, EE = extrato etéreo, PTN = proteína, EB = energia.

²Concentração do nutriente = $b \cdot 10^a \cdot x^{(b-1)}$, em que x é o PCV, a e b são constantes determinadas pelas equações da Tabela 4.

O conhecimento do desenvolvimento dos tecidos no corpo do animal é fundamental para o entendimento de suas necessidades nutricionais. Assim como, os valores relativos à proporção de gordura e proteína por unidade de ganho que variam conforme raça, sexo, idade do animal e taxa de ganho ou perda de peso (CSIRO, 2007). O ganho em animais maduros apresenta maior proporção de tecido adiposo do que em animais jovens e o custo energético é maior para a deposição de gordura.

De acordo com citado por RESENDE et al. (2008), o NRC (2006) recomenda valores médios de 0,404 e 0,290 kg de proteína por kg de ganho de peso vivo para caprinos leiteiros e nativos, respectivamente; valores estes condizentes com os observados nesta pesquisa; mas ainda assim distintos, confirmando o que inúmeros trabalhos têm mostrado, ou seja, a existência de grandes diferenças entre as espécies (MEDEIROS, 2001), e corroborando com TEIXEIRA (2004) essas devem ser as razões para as diferentes taxas de ganho de peso de animais quando essas recomendações são utilizadas na elaboração de rações, como também foi observado nesta pesquisa.

3.2. Ensaio de metabolismo

Durante o ensaio de metabolismo foi acompanhado o consumo e excreção dos nutrientes pelos animais durante os cinco dias de coleta, e para facilitar a visualização, os mesmos são apresentados na Tabela 7, em função do peso vivo metabólico dos animais por dia.

Tabela 7. Consumo e excreção de nutrientes e energia, durante o ensaio de metabolismo, em g/dia/kg PV^{0,75} ou kcal/dia/kg PV^{0,75}

Variável ¹	Nível de Restrição (%)			P ²
	0	30	60	
Urina (g)	193,44	140,12	335,00	0,1542
Fezes (g)	73,41	42,16	46,12	0,0865
Água consumida (g)	397,97	247,26	489,51	0,1401
Peso vivo (kg)	37,23a	34,20b	26,23c	0,0001
Consumido				
MS (g)	79,78a	56,85b	45,11c	0,0001
PB (g)	10,84a	7,74b	6,16c	0,0001
EE (g)	2,60a	1,61b	1,28c	0,0001
MM (g)	5,71a	4,10b	3,26c	0,0001
FDA (g)	10,69a	7,40b	5,87c	0,0001
FDN (g)	25,19a	17,65b	13,98c	0,0001
EB (kcal)	315,22a	223,26b	177,20c	0,0001
Excretado				
Urina				
MS_urina (g)	9,17	6,96	11,97	0,0643
PB_urina (g)	0,31	0,24	0,22	0,1493
EB_urina (kcal)	24,16	17,50	24,83	0,3243
Fezes				
MS_fezes (g)	25,50a	17,93b	14,61b	0,0011
PB_fezes (g)	3,68a	2,45b	1,97c	0,0002
FB_fezes (g)	4,12a	3,31b	2,39c	0,0112
EE_fezes (g)	0,29a	0,19b	0,18b	0,0088
MM_fezes (g)	2,99	2,35	2,29	0,0549
FDA_fezes (g)	6,68a	4,83b	3,82c	0,0068
FDN_fezes (g)	13,22a	9,85b	7,67c	0,0014
EB_fezes (kcal)	100,44a	70,22b	55,61c	0,0009

¹MS – matéria seca, PB – proteína bruta, EE – extrato etéreo, MM – matéria mineral ou cinzas, FDA – fibra insolúvel em detergente neutro, FDA – fibra insolúvel em detergente ácido, CHO – carboidratos, EB – energia bruta.

P² – Nível de significância. Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A ingestão de matéria seca e dos demais nutrientes e energia foram diferentes entre tratamentos (Tabela 2), assim como a quantidade desses nutrientes nas fezes excretadas; no entanto, a digestibilidade dessas frações não diferiu entre os tratamentos, conforme pode ser observado na Tabela 8. Essa observação esta de acordo com o citado por ATTI et al. (2002) e TEIXEIRA (2004), que relataram que animais quando alimentados com nível de ingestão baixo podem manter seu coeficiente

de digestibilidade constante ou tê-lo diminuído devido às limitações da atividade microbiana, o que também pode estar ligado à redução proporcional do trato gastrintestinal.

Tabela 8. Peso vivo médio durante o ensaio de metabolismo, digestibilidade aparente dos nutrientes, balanço de nitrogênio, energia metabolizável e metabolizabilidade da energia para caprinos, em função do nível alimentar

Variável ¹	Nível de Restrição (%)			P ²
	0	30	60	
Peso vivo (kg)	37,23a	34,20b	26,23c	0,0001
Peso metabólico (kg ^{0,75})	15,07a	14,14b	11,59c	0,0001
D_MS	0,678	0,688	0,676	0,8772
D_PB	0,690	0,686	0,680	0,4630
D_EE	0,883	0,880	0,855	0,2218
D_FDA	0,376	0,358	0,350	0,9120
D_FDN	0,476	0,450	0,451	0,8100
CDE	0,681	0,690	0,686	0,9480
CME	0,561	0,568	0,503	0,1980
VBP (%)	0,955	0,953	0,948	0,7850
BN (g)	96,60a	63,83b	39,66c	0,0001
BN (g/dia/kg ^{0,75})	1,47a	1,07b	0,75c	0,0001
ED (kcal/kg)	2685,21b	2720,96a	2704,55a	0,0001
EPGD (kcal)	1189,06a	759,92b	476,79c	0,0001
EM (kcal/kg)	2213,57a	2246,96a	1976,37b	0,0001
EM/ED	0,824a	0,825a	0,730b	0,0001
q	0,561a	0,569a	0,501b	0,0440

¹D_MS - digestibilidade matéria seca, D_PB - digestibilidade proteína bruta, D_EE - digestibilidade extrato etéreo, D_FDA - digestibilidade fibra em detergente ácido, D_FDN - digestibilidade fibra em detergente neutro, CDE - coeficiente de digestibilidade da energia, VBP - valor biológico da proteína, BN - balanço de nitrogênio, ED - energia digestível, EPGD - energia dos produtos gasosos, estimada pela equação de BLAXTER & CLAPPERTON (1965), EM - energia metabolizável, q - metabolizabilidade da energia.

P² - Nível de significância. Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

No entanto, devido à menor ingestão estes animais deveriam apresentar maior tempo de retenção da digesta no rúmen e com isso influenciar positivamente a digestibilidade destas frações, conforme o citado por ALVES et al. (2008a), no entanto, como a dieta oferecida era composta por 75% de concentrado constituído por frações mais rapidamente degradáveis, esse efeito não foi observado.

Houve diferença na metabolizabilidade da energia entre os tratamentos (Tabela 8), mostrando que os animais submetidos ao maior nível nutricional

apresentaram maior eficiência na utilização da energia, o que está de acordo, já que tendem a apresentar melhor desempenho e depositar mais gordura corporal. Além disso, os valores apresentados são inferiores aos encontrados por TEIXEIRA (2004) para animais mais jovens, o que era esperado, já que animais em adiantado estágio de maturidade convertem a energia ingerida acima de suas exigência em tecido adiposo, devendo, portanto, ser menos eficientes.

3.3. Proteína

Para cálculo das exigências de manutenção foram estimadas equações por meio da regressão da retenção de nitrogênio em função da ingestão de nitrogênio da dieta (Figura 2) e também pela regressão do balanço de nitrogênio no corpo em função da ingestão deste elemento na dieta, conforme apresentado na Tabela 9.

Com base nestas equações, apresentadas na Tabela 9, foi possível o calculo das exigências de manutenção em nitrogênio dietético que foram estimadas em 0,157 g N/dia/kg PCV^{0,75} ou 0,986 g PB/dia/kg PCV^{0,75} (RN=0); assim como da exigência líquida de nitrogênio para manutenção, que foi estimada em 0,060 g de N/dia/kgPCV^{0,75} ou 0,376 g de PL_m/dia/kgPCV^{0,75} (CN=0). Valores estes, que ficaram aquém daqueles apresentados por FERNANDES et al. (2007) para animais jovens.

Tabela 9. Equações de regressão da retenção de nitrogênio no corpo dos animais e do balanço de nitrogênio (g/kg PCV^{0,75}) em função do consumo de nitrogênio (g/kg PCV^{0,75}), por dia, de acordo com o peso do corpo vazio metabólico de caprinos Saanen

Equações da retenção de nutrientes ¹	R ²	CV	P ³
RN = -0,06017 + 0,38179 * CN	0,6224	27,81	0,0001
BN = -3,64050 + 9,24183 * CN	0,3293	44,27	0,0128

¹RN – retenção de nitrogênio, BN – balanço de nitrogênio, CN – consumo de nitrogênio.

R² – coeficiente de determinação da equação, CV – coeficiente de variação.

P³ - Nível de significância. Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

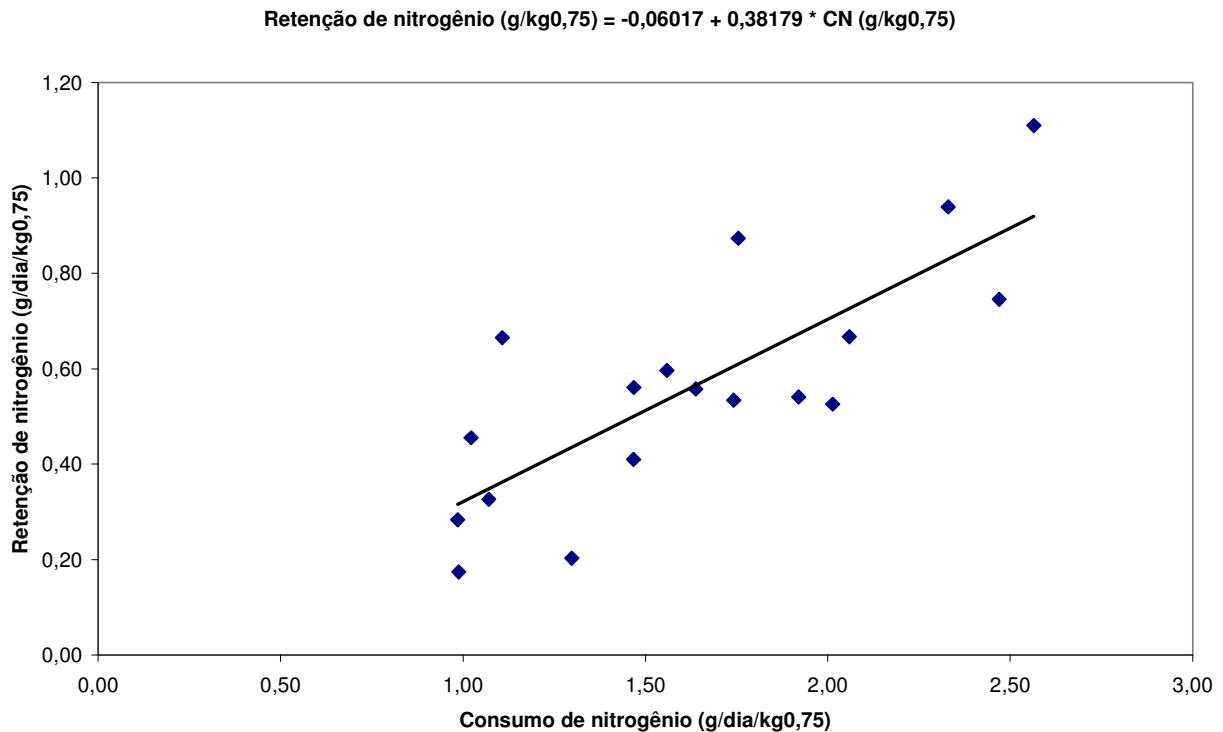


Figura 2. Relação entre a retenção de nitrogênio ($\text{g/dia/kg PCV}^{0,75}$) e ingestão de nitrogênio ($\text{g/dia/kg PCV}^{0,75}$), em caprinos Saanen, machos, dos 30 aos 45 kg de peso vivo.

Pelo método do balanço de nitrogênio os valores estimados para exigência dietética de proteína para manutenção foram de 2,46 g de PB/dia/kg $\text{PCV}^{0,75}$ ($\text{BN}=0$), valor muito acima das 0,986 g PB/dia/kg $\text{PCV}^{0,75}$ obtidas neste experimento pela técnica do abate comparativo ($\text{RN}=0$) (Tabela 9), valor inferior ao obtido por FERNANDES et al (2007) pela técnica do abate comparativo, que foi de 6,57 g PB/kg $\text{PCV}^{0,75}$. Já o valor estimado para a proteína líquida de manutenção, pelo método do balanço de nitrogênio, foi de 22,75 g $\text{PL}_m/\text{dia/kg PCV}^{0,75}$. De acordo com RESENDE et al. (2001) pelo método do balanço de nitrogênio, em que o balanço representa o equilíbrio (balanço zero), a obtenção das exigências de manutenção normalmente gera valores maiores quando comparados àqueles obtidos pela técnica do abate comparativo, no entanto os valores encontrados para este experimento diferem

daqueles encontrados na literatura, o que pode ser justificado pelo adiantado estágio de crescimento desses animais, que deveriam depositar mais gordura e menos músculo.

O AFRC (1998) considera como perdas mínimas de nitrogênio a soma do nitrogênio endógeno urinário, metabólico fecal, e perdas de nitrogênio nos pelos e secreções da pele, e preconiza $108 \text{ mg de N/dia/kg}^{0,75}$ como perdas mínimas de nitrogênio, no entanto este valor foi baseado apenas em um único estudo com machos castrados. As perdas endógenas e metabólicas estimadas neste estudo foram 1,8 vezes menores que aquelas recomendadas pelo AFRC (1998), e essas diferenças podem ser devidas à diversidade entre raças, idade dos animais, condições climáticas, dieta utilizada e imprecisões de metodologia.

Estimar as exigências de proteína por meio da proteína retida é a maneira mais precisa, embora, de acordo com SAHLU et al. (2004) trabalhos dessa natureza sejam escassos. MARQUES (2007) estimou a exigência líquida de proteína para manutenção em $0,95 \text{ g/kg PCV}^{0,75}$, para animais da raça Moxotó em crescimento, valores esses 2,5 vezes maiores que os observados neste experimento.

Na Tabela 10, são apresentados os dados obtidos neste estudo, para exigência líquida de proteína para manutenção e ganho. Com o objetivo de facilitar a visualização dos dados para formulação de dietas para caprinos, dos 30 aos 45 kg, os mesmos foram agrupados em função do peso vivo e do ganho de peso diário pretendido.

A exigência líquida de proteína para ganho de peso apresentou aumento total de 26,84% na medida em que o peso do corpo variou de 30 para 45 kg, para ganhos de 50 g/dia, conforme pode ser observado na Tabela 10.

De modo geral, a maioria dos estudos indica redução proporcional nos requerimentos líquidos de proteína à medida que o peso corporal aumenta (ALVES et al., 2008a), isso porque, as diferenças nas exigências de proteína para ganho são atribuídas às variações na composição do ganho de peso (PUTRINO et al., 2006).

Tabela 10. Exigência líquida de proteína para manutenção e ganho de peso de caprinos Saanen, machos, dos 30 aos 45 kg de peso vivo

Peso Vivo (kg)	Ganho (g/dia)	PLm ¹ (g/dia)	PLg (g/dia)	PLt (g/dia)
30	50	4,224	11,516	15,74
	100	4,224	23,034	27,25
	150	4,224	34,550	38,77
	200	4,224	46,067	50,30
35	50	4,804	12,732	17,53
	100	4,804	25,464	30,26
	150	4,804	38,196	43,00
	200	4,804	50,928	55,73
40	50	5,361	13,743	19,10
	100	5,361	27,487	32,84
	150	5,361	41,230	46,60
	200	5,361	54,973	60,33
45	50	5,900	14,607	20,50
	100	5,900	29,215	35,11
	150	5,900	43,822	49,72
	200	5,900	58,429	64,32

¹PLm – proteína líquida manutenção, PLg – proteína líquida ganho, PLt = proteína líquida total

Nos estudos de ALVES et al. (2008a) foi observada redução de 1,9% nas exigências líquidas de proteína no ganho na medida em que o peso dos animais aumentou de 15 para 25 kg.

Tendo em vista que as exigências líquidas de proteína para animais em crescimento são funções do conteúdo de matéria seca livre de gordura no ganho de peso, ou seja, maiores para animais jovens, não castrados; e dentro de uma mesma categoria, são maiores para animais de maturidade tardia em comparação aos de maturidade precoce, devido justamente ao maior potencial de crescimento muscular de animais jovens, não castrados ou de maturação tardia, já que os requerimentos protéicos são afetados pelo sexo, idade, estágio fisiológico, taxa de crescimento e pela composição corporal (ARC, 1980).

Para composição do ganho em peso, PFEIFFER & KEUNECKE (1985), encontraram para caprinos Saanen, pesando de 15 a 45 kg, valores de 128 a 193 g de

proteína por quilo de ganho. Enquanto que neste estudo foram observados valores médios de 261,23 g de proteína/kg de ganho, para animais entre 30 e 45 kg de peso vivo.

3.4. Energia

Para energia, as exigências de manutenção foram calculadas pela relação entre o logaritmo da produção de calor e a ingestão de energia metabolizável (Figura 3), conforme é apresentado na Tabela 11.

Tabela 11. Equações de regressão do logaritmo da produção de calor em função do consumo de energia metabolizável (kcal/kg PCV^{0,75}), por dia, de acordo com o peso do corpo vazio metabólico de caprinos Saanen

Equações da retenção de nutrientes ¹	R ²	CV	P ³
LOG PC = 1,68343 + 0,002 * CEM (kcal/kg PCV ^{0,75})	0,9359	2,120	0,0001

¹LOG PC – logaritmo da produção de calor, CEM – consumo de energia metabolizável.

R² – coeficiente de determinação da equação, CV – coeficiente de variação.

P³ - Nível de significância. Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A partir da equação proposta na Tabela 11 as exigências líquidas de manutenção em energia foram estimadas como a produção de calor quando o consumo de energia metabolizável foi extrapolado para zero, dessa forma, o valor obtido foi de 48,242 kcal EL_m/dia/kg PCV^{0,75}. Para estimar as exigências de energia metabolizável para manutenção a partir das exigências líquidas foi utilizada a eficiência de utilização recomendada pelo ARC (1980), dessa forma os resultados obtidos foram: 68,98; 69,01 e 71,12 kcal EM_m/dia/kg PCV^{0,75} para os animais dos grupos alimentados *ad libitum*, e com 30 e 60% de restrição, respectivamente, conforme pode ser observado na Tabela 12.

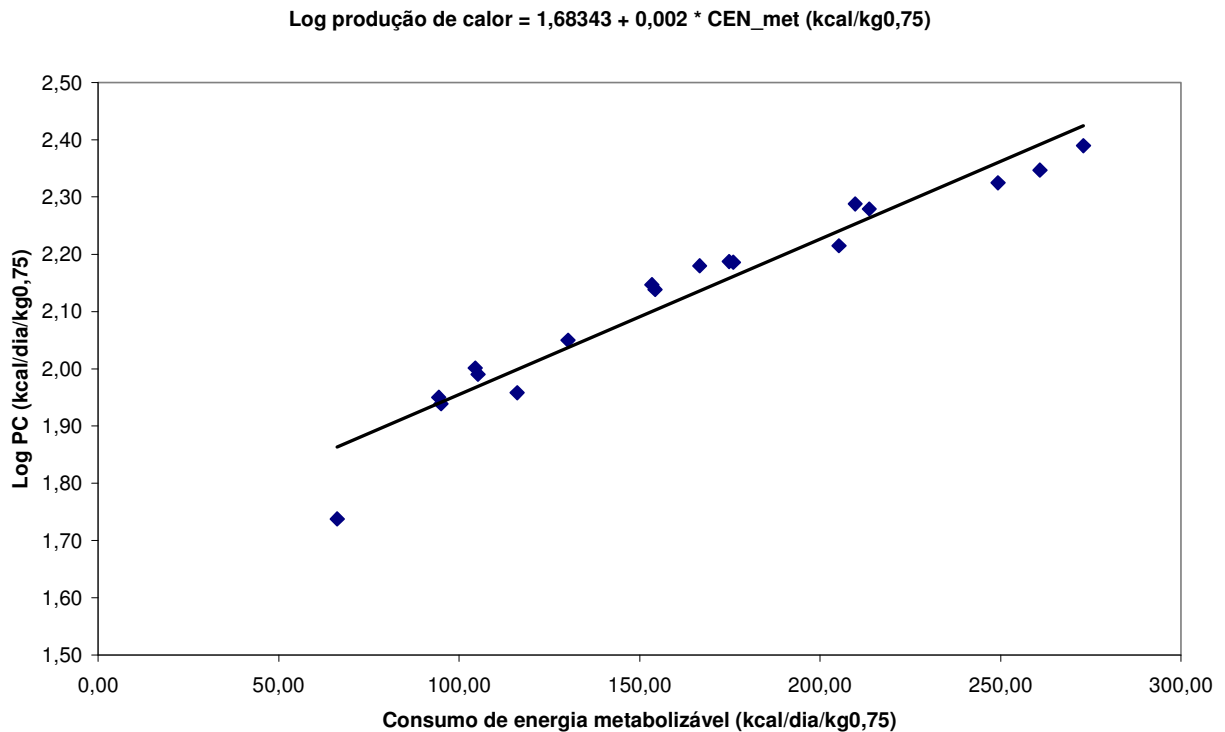


Figura 3. Relação entre logaritmo da produção de calor (PC) (kcal/dia/kg PCV^{0,75}) e ingestão de energia metabolizável (kcal/dia/kg PCV^{0,75}), caprinos Saanen, dos 30 aos 45 kg de peso vivo.

A exigência de energia para manutenção é tida como consumo de oxigênio do corpo, sendo metade dessas necessidades utilizadas pelas paredes do trato digestivo e fígado para absorção e metabolismo dos nutrientes digeridos (ALVES et al., 2008b). Dessa forma as variações no nível de atividade desses tecidos em função da idade, estado fisiológico, nível de alimentação e condições ambientais modificam os requerimentos para manutenção.

Os comitês internacionais, NRC (1981) e AFRC (1998), em virtude do reduzido número de dados disponíveis na ocasião de suas publicações, recomendam valores únicos para caprinos, independente do genótipo.

Tabela 12. Metabolizabilidade, eficiência de utilização da energia, energia líquida e metabólica de manutenção (kcal/dia/kg PCV^{0,75}) para caprinos Saanen

Variáveis ¹	Tratamento		
	<i>Ad libitum</i>	30% restrição	60% restrição
qm	0,561	0,569	0,501
km	0,699	0,699	0,678
EL _m	48,242	48,242	48,242
EM _m	68,981	69,016	71,122

¹qm = metabolizabilidade média em cada tratamento, EL_m = energia líquida de manutenção, EM_m = energia metabolizável de manutenção, km = eficiência de utilização recomendada pelo ARC (1980) = 0,35 * qm + 0,503,

O NRC (1981) recomenda valores médios de 101,38 kcal de EM_m/kg de peso vivo metabólico como exigência de manutenção, embora esse valor resulte da média de poucos trabalhos experimentais. Os pesquisadores da E (kika) de la Garza Institute for Goat Research, Langston University que propõe a separação das exigências em função de quatro grandes grupos raciais, preconizam como exigências de energia para manutenção valores de 117, 117, 139 e 134 kcal de energia metabolizável por kg de peso vivo metabólico, para animais produtores de carne, nativos, leiteiros e Angorá, respectivamente (SAHLU et al., 2004). Já o NRC (2006) traz requerimentos de energia metabolizável para manutenção de 126 kcal/kg de peso vivo metabólico para machos não castrados em confinamento, valores esses 1,83 vezes acima das 68,98 kcal EM/dia/kg PCV^{0,75} encontrados neste experimento, para animais alimentados *ad libitum*.

Nos estudos de LUO et al. (2004) a exigência líquida de manutenção foi estimada em 71,22 kcal EL_m/kg de peso vivo metabólico e a energia metabolizável de manutenção em 103,07 kcal EM_m/kg peso vivo metabólico, sendo considerada eficiência de utilização de 0,691; valores também superiores aos observados neste estudo.

ALVES et al. (2008b), no entanto, utilizando caprinos machos da raça Moxotó, com peso entre 15 e 25 kg de peso vivo, encontraram valores de 55,11 kcal EL_m/dia/kg PCV^{0,75} para as exigências de energia líquida de manutenção, valor bem próximo das 48,24 kcal de EL_m/dia/kg PCV^{0,75} encontrado para este experimento.

Os valores encontrados neste ensaio para exigências líquidas de energia para manutenção ficaram aquém daquelas preconizadas pelos comitês internacionais, e um dos fatores que pode ter afetado essas exigências de manutenção é a idade do animal, já que a maioria dos trabalhos encontrados se referia apenas a animais durante a fase acelerada de crescimento.

Os tecidos viscerais, embora na mesma proporção no corpo dos animais, são de considerável relevância para as exigências energéticas de manutenção, pois consomem 50% do total desta energia na síntese de proteína, nos batimentos cardíacos e na produção de calor (CATTON & DRUYVETTER, 1997; ALVES et al., 2008b). É provável que a menor exigência de energia para manutenção encontrada neste estudo também esteja relacionada à diferença na proporção dos órgãos internos (trato gastrointestinal) uma vez que utilizam mais nutrientes por participarem ativamente do metabolismo.

Na Tabela 13 são apresentados os dados obtidos neste estudo, para exigência líquida de energia para manutenção e ganho de peso. Com o objetivo de facilitar a visualização dos dados para formulação de dietas para caprinos, os mesmos foram agrupados em função do peso vivo e do ganho de peso diário pretendido.

Os valores, para exigência líquida de energia para ganho (EL_g), encontrados nesta pesquisa variaram de 2,7 a 3,4 kcal/g de ganho de peso de corpo vazio, o que representa variação de 2,12 a 3,00 kcal/g de ganho de peso vivo para caprinos de 30 a 45 kg de peso vivo. Valores estes inferiores ao preconizado pelo NRC (1981) para caprinos, que é de 4,09 kcal/g, independente do peso do animal, e pelo NRC (2006) que recomenda valores de 5,52 kcal/g de ganho de peso para animais com aptidão leiteira e de corte. Contudo foram mais próximos àqueles encontrados no Brasil para caprinos por RESENDE (1989); RIBEIRO (1995) e ALVES et al. (2008b) que observaram valores de 1,4 a 2,6 kcal/g de ganho para animais de 5 a 25 kg de peso vivo; e aos recomendados pelo ARC (1980) para ovinos, que variam de 1,9 a 2,9 kcal/g de ganho. De qualquer forma, os valores das exigências de energia aumentaram com o aumento do peso vivo, confirmando a teoria de que os animais de maior peso depositariam proporcionalmente maiores quantidades de gordura por unidade de ganho.

Tabela 13. Exigência líquida de energia para manutenção e ganho de peso de caprinos Saanen, machos, dos 30 aos 45 kg de peso vivo

Peso Vivo (kg)	Ganho (g/dia)	EL _m ¹ (kcal/dia)	EL _g (kcal/dia)	EL _t (kcal/dia)
30	50	543,50	106,26	649,76
	100	543,50	212,52	756,02
	150	543,50	318,78	862,28
	200	543,50	425,05	968,55
35	50	618,07	122,56	740,63
	100	618,07	245,12	863,19
	150	618,07	367,68	985,75
	200	618,07	490,24	1108,30
40	50	689,76	137,00	826,76
	100	689,76	274,01	963,77
	150	689,76	411,02	1100,78
	200	689,76	548,03	1237,80
45	50	759,04	150,02	909,06
	100	759,04	300,04	1059,08
	150	759,04	450,07	1209,11
	200	759,04	600,09	1359,13

¹EL_m – energia líquida manutenção, EL_g – energia líquida ganho, EL_t – energia líquida total.

Por meio dos dados apresentados é possível verificar que na literatura existe uma grande variação nos valores das exigências, persistindo, portanto, a necessidade de mais estudos relacionados a este tema na tentativa de aumentar os conhecimentos disponíveis nesta área e com isso aumentar a eficiência dos sistemas produtivos nacionais.

4. Conclusões

Os valores encontrados para composição corporal de caprinos Saanen machos variaram de: 60 a 57% para água, 30 a 42% para matéria seca, 6,79 a 6,74% para matéria mineral, 8,8 a 14,6% para gordura e 24,7 a 27,5% para proteína; para animais de 30 a 45 kg de peso vivo.

As exigências líquidas diárias para manutenção de caprinos Saanen machos, dos 30 aos 45 kg de peso vivo, foram 0,376 g de $PL_m/kg PCV^{0,75}$ e 48,24 kcal de $EL_m/kg PCV^{0,75}$. Os resultados encontrados mostram que caprinos, machos, na fase final de crescimento requerem menos proteína e energia, para manutenção, que cabritos jovens na fase inicial de crescimento. Caprinos Saanen machos, dos 30 aos 45 kg de peso vivo, apresentam exigências líquidas para ganho de peso de 298 a 333 g $PL_g/dia/kg$ ganho de peso de corpo vazio, o que é equivalente a 230,32 a 292,14 g $PL_g/dia/kg$ ganho de peso vivo. E exigências de 2,7 a 3,4 Mcal EL_g/kg ganho de peso de corpo vazio; o que equivale a 2,1 a 3,0 Mcal de $EL_g/dia/kg$ de ganho de peso vivo.

5. Referências

AFRC. Agricultural and Food Research Council. **The Nutrition of Goats**. Technical committee on responses to nutrients, 1998, 115p.

ALVES, K.S.; CARVALHO, F.F.R.; BATISTA, A.M.V. et al. Composição corporal e exigência de energia para ganho de peso de caprinos Moxotó em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.37, n.10, p.1853-1859, 2008b.

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

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

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

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

BLAXTER, K.L.; CLAPPERTON, J.L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. **British Journal of Nutrition**, London, v. 19, n.1, p. 511-522. 1965.

CAPRIPAULO. Associação Paulista de Caprinocultores. Regulamento de caprinos leiteiros. Disponível em: <http://capripaulo.com.br/site/wp_content_uplouds/2011/07/cabrasbrasileiras-capripaulo.pdf> Acesso em 26 ago. 2011.

CATTON, J.S.; DHUYVETTER, D.V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, n. 2, v.75, p.533-542, 1997.

CSIRO. Commonwealth Scientific And Industrial Research Organisation - PUBLISHING. **Nutrient requirements of domesticated ruminants**. Collingwood: Australia. 2007. 270p.

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

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

FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Composição corporal e exigência líquida de proteína e energia para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.28, n.2, p.352-360, 1998.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analyses: apparatus, reagents, procedures and some applications**. Washington, D.C: United States Department of Agriculture, 1970. 20 p. (Agricultural handbook, 379).

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/presidencial/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1761&id_pagina=1> Acesso em: 14 mar. 2011.

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

LUO, J; GOETSCH, A.L; MOORE, J.E. et al. Prediction of endogenous urinary nitrogen of goats. **Small Ruminant Research**, Newton, v 53, n.1, p 293–308, 2004.

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

MARQUES, C.A.T. **Exigências nutricionais, desempenho e características de carcaça de caprinos da raça Moxotó e regime de pasto no Semi-Árido**. 2007. 111f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2007.

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

MENEZES, J.J.L.; GONÇALVES, H.C.; RIBEIRO, M.S. et al. Efeito do sexo, grupo racial e da idade ao abate nas características de carcaça e maciez da carne de caprinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1769-1778, 2009.

NRC. National Research Council. **Nutrient requirements of goats: Angorá, dairy and meat goats in temperate and tropical countries**. Washington D.C.: Nacional Academy press, 1981. 91p.

NRC. National Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants**. Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids. National Research Council. The Nacional Academies Press. Washington, D.C., 2006. 362p.

PFEFFER, E.; KEUNECKE, R. Untersuchungen über die gehalte na protein, fett und mineralstoffen im korper wachsender ziegen. **Journal Animal Physiology Nutrition**, Berlin, v.55, n.3, p.166-171, 1985.

PUTRINO, S.M.; LEME, P.R.; SILVA, S.L. Exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de tourinhos Brangus e Nelore alimentados com dietas contendo diferentes proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.1, p.292-300, 2006.

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

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

RESENDE, K.T.; 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**, Viçosa, MG, v.37, p.161-177, 2008. Suplemento Especial.

RIBEIRO, S.D.A. **Composição corporal e exigências em energia, proteína e macro minerais de caprinos mestiços em fase de crescimento**. Jaboticabal: UNESP, 1995. 100p. Tese (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista, 1995.

SAHLU, T.; GOESTSH, A.L.; LUO, J. et al. Nutrient requirements of goats: developed equations, other consideration and future research to improve them. **Small Ruminant Research**, Newton, n.53, v.1, p.191-219, 2004.

SANZ SAMPELAYO, M.R.; LARA, L.; EXTREMERA, F.G. Energy utilization for maintenance and growth in preruminant kid goats and lambs. **Small Ruminant Research**, Newton, v.17, n.1, p.25-30, 1995.

SAS. Statistics analysis systems institute. **User's guide**. North Caroline: SAS Institute Inc. 2002.

SHAHIN, K.A.; BERG, R.T.; PRICE, M.A. The effect of breed type and castration on tissue growth patterns and carcass composition in cattle. **Livestock Production Science**, Philadelphia, PA, v.35, n.3-4, p.251-264, 1993.

SOUZA, H.M.H. **Composição corporal e exigências nutricionais de energia, proteína, cálcio e fósforo de caprinos da raça Alpina em crescimento**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 77f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.

TEIXEIRA, I.A.M.A. **Métodos de estimativa da composição corporal e exigências nutricionais de cabritos F1 Boer x Saanen**. 2004. 93f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

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**, Savoy, IL, v.74, p. 3583-3590, 1991.

CAPÍTULO III

CAPÍTULO 3 - COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE MINERAIS PARA MANTENÇA E GANHO DE PESO DE CAPRINOS SAANEN MACHOS DOS 30 AOS 45 KG DE PESO VIVO

RESUMO: No Brasil, a elaboração de dietas para caprinos ainda utiliza as exigências e valores nutricionais dos alimentos preconizados por comitês internacionais, que não predizem eficientemente a resposta animal em condições nacionais, dificultando os programas alimentares. Tendo em vista a complementação da literatura neste sentido, este trabalho foi elaborado com objetivo de determinar as exigências nutricionais em minerais para manutenção e ganho de peso de caprinos Saanen, machos, dos 30 aos 45 kg de peso vivo. Foram utilizados cabritos Saanen, machos não castrados, alimentados à vontade, com peso inicial de $30 \pm 1,02$ kg. Para determinação das exigências para ganho, seis cabritos foram abatidos com 30 kg de peso vivo, representando a composição corporal inicial, seis com aproximadamente 37,5 kg, representando a composição intermediária, e seis com 45 kg, representando a composição corporal final. Para determinação das exigências para manutenção 18 animais, foram divididos em seis grupos de três animais e submetidos a três níveis nutricionais: 0, 30 e 60% de restrição alimentar. No abate, o trato gastrointestinal foi lavado e pesado para determinação do peso corpo vazio. A composição do corpo foi determinada pelo método direto, em que as carcaças, juntamente com o trato gastrointestinal foram congelados, moídos e homogeneizados para retirada das sub-amostras que foram liofilizadas e moídas em moinho de bola para posterior determinação da composição em minerais. As exigências foram determinadas pelo método do abate comparativo, a partir da composição do corpo dos animais que foram abatidos ao início do experimento representando a composição inicial. De forma que a composição do corpo em minerais foi estimada em: 0,26 a 0,23% de potássio, 1,92 a 1,72% de cálcio, 0,05 a 0,06% de magnésio, 0,82 a 0,68% de ferro, 0,05 a 0,06% de cobre, 0,29 a 0,31% de zinco e 0,01% de manganês, para animais com peso vivo de 30 a 45 kg. A exigência líquida diária para manutenção foi estimada em: 0,80 a 1,20 g de ferro; 0,05 a 0,07 g de potássio; 0,58 a 0,87 g de cálcio; 0,01 a 0,02 g de magnésio; 0,02 a 0,03 g de cobre; 0,02 a 0,03 g de zinco; e 0,005 a 0,008 g de manganês, para caprinos Saanen machos, com pesos entre 30 e 45 kg de peso vivo. E as exigências nutricionais para ganho de peso foram de: 4,17 a 3,96 g de ferro; 1,60 a 1,64 g de potássio; 11,83 a 12,05 g de cálcio; 0,56 a 0,75 g de magnésio; 0,52 a 0,64 g de cobre; 2,48 a 2,95 g de zinco; e 0,81 a 1,13 g de manganês por kg de ganho de peso vivo por dia, para animais de 30 a 45 kg de peso vivo.

Palavras chave: abate comparativo, composição química, exigência líquida

CHAPTER 3 - BODY COMPOSITION AND NUTRITIONAL MINERAL REQUIREMENTS FOR MAINTENANCE AND GAIN TO SAANEN MALE KID GOATS FROM 30 TO 45 KG OF BODY WEYGHT

ABSTRACT: In Brazil, goat diet formulation still use nutritional requirements and foods composition values recommended by international committees, which not effectively predict animal response in national condition, became hard the fed programs. In order to complement this issue, this work was developed with aim to determine the nutritional mineral requirements for maintenance and gain of Saanen male goats, from 30 to 45 kg of body weight. Thirty male goats, fed ad libitum, initially weighing 30 ± 1.02 kg, were used. Six goats were slaughtered at 30 kg of live weight, representing initial body composition, six with approximately 37.5 kg, representing intermediate composition, and other six with 45 kg, representing final body composition. To determine maintenance requirements 18 animals were divided into six groups of three animals and subjected to three nutritional levels: 0, 30 and 60% food restriction. On slaughter moment, the gastrointestinal tract was washed and weighed to determine empty body weight. Body composition was determined by direct method, in that carcasses and gastrointestinal tract were frozen and subsequently ground and homogenized to collected sub-samples that were freeze-dried and ground in a ball mill for subsequent determination of composition. The requirements were determined by comparative slaughter from body composition of animals that were slaughtered at beginning represents the initial composition. So, minerals body composition was estimated at: 0.26 to 0.23% potassium, 1.92 to 1.72% calcium, 0.05 to 0.06% magnesium, 0.82 to 0.68% iron, 0.05 to 0.06% copper, 0.29 to 0.31% zinc and 0.01% manganese, for animals from 30 to 45 kg of live weight. Daily net requirement for maintenance was estimated at: 0.80 to 1.20 g iron, 0.05 to 0.07 g potassium, 0.58 to 0.87 g calcium, 0.01 to 0.02 g magnesium, 0.02 to 0.03 g copper, 0.02 to 0.03 g zinc, and 0.005 to 0.008 g manganese, for male Saanen goats from 30 to 45 kg of live weight. And, daily weight gain net requirements at: 4.17 to 3.96 g iron, 1.60 to 1.64 g potassium, 11.83 to 12.05 g calcium, 0.56 to 0, 75 g magnesium, 0.52 to 0.64 g copper, 2.48 to 2.95 g zinc, and 0.81 to 1.13 g manganese, per kg of live weight gain to animals from 30 to 45 kg of live weight.

Keywords: chemical composition, comparative slaughter, net requirements

1. Introdução

No Brasil, a elaboração de dietas para caprinos utiliza as exigências e valores nutricionais dos alimentos preconizados por comitês internacionais, que não predizem eficientemente a resposta animal, dificultando ainda mais os programas alimentares (RESENDE et al., 2001).

Os elementos inorgânicos são dieteticamente essenciais para todos os animais, exercendo influência direta sobre a eficiência de produção, correspondendo a aproximadamente 5% do peso corporal (QUEIROZ et al., 2000). Desequilíbrios minerais têm sido responsáveis por problemas de baixa produção, bem como problemas reprodutivos. Da mesma forma que em excesso podem vir a causar danos, principalmente a caprinos machos, devido à formação de cálculos, causando urolitíase, o que é muito comum nos sistemas produtivos atuais.

Muitos fatores podem influenciar o requerimento de minerais, sendo afetados por aspectos tanto dietéticos: ligados à forma química do elemento, biodisponibilidade e intercorrelações com outros minerais; como por fatores do animal: grupo genético, sexo, idade, peso dos animais e nível de produção. (PEDREIRA & BERCHIELLI, 2006).

Além disso, a determinação das exigências deve considerar as condições edafoclimáticas, genéticas, sexo e idade dos animais, ressaltando a importância da determinação de exigências nutricionais próprias para os animais de cada país, mostrando que o preconizado pelos comitês internacionais pode não ser aplicado nas condições brasileiras, culminando em dietas mal balanceadas, baixo desempenho dos animais, prejuízos econômicos e ambientais pela contaminação com nutrientes mal utilizados.

Um dos fatores que influenciam as exigências nutricionais é a raça, uma vez que a deposição tecidual é diferente em animais com aptidões produtivas diferentes (NRC, 2006), porém, para o Brasil, não existem dados suficientes com caprinos que mostrem essa diferença para cada raça. Dentre as raças de caprinos leiteiros criados no mundo, a mais difundida é a Saanen, e no Brasil esta raça apresenta crescimento

significativo devido principalmente à alta produção de leite, sendo certamente também a mais difundida (CAPRIPAULO, 2011). Nesses sistemas de produção, no entanto, pouca ou nenhuma atenção é despendida aos caprinos machos que podem ser utilizados na melhoria da renda da propriedade, seja para engorda e abate, ou para recria e venda como jovens reprodutores. Independente da situação o produtor não conta com tecnologia e técnicas de manejo adequadas para garantia de lucro extra com esses animais, principalmente no que se refere às exigências nutricionais de caprinos machos, não castrados, e aos requerimentos de minerais, desses animais com peso vivo entre 30 e 45 kg, posto que apesar das recomendações do NRC (2006), as informações sobre esta categoria, especialmente em sistemas produtivos brasileiros, ainda são pouco conhecidas.

A determinação da composição corporal dos animais é fundamental para estudos do crescimento animal, pois possibilita a estimativa da deposição dos tecidos no corpo dos animais, o que está diretamente relacionada às exigências de minerais, já que a deposição dos principais componentes do corpo: água, gordura, proteína e minerais; varia em função do crescimento e da maturidade do animal, que é caracterizada pelo aumento da proporção de gordura, de modo que as concentrações de proteína, minerais e água decrescem com a idade e com a engorda (FERREIRA, et al., 1998). Dessa forma, a velocidade e a proporção com que os tecidos se acumulam no corpo influenciam o ganho de peso, eficiência alimentar e a composição corporal (SHAHIM et al., 1993) e conseqüentemente as exigências nutricionais, mostrando que devem existir exigências nutricionais específicas para cada fase da vida do animal, o que apesar dos muitos estudos realizados atualmente na área de exigências nutricionais ainda tem sido pouco abordado, principalmente com relação aos minerais, sendo privilegiados em sua maioria estudos com animais em início de crescimento, existindo ainda muitas lacunas no que se refere às exigências de caprinos machos, e reprodutores que são muitas vezes criados com as mesmas condições das fêmeas produtoras de leite do rebanho, culminando em aparecimentos freqüentes de casos de urolitíase em caprinos.

Tendo em vista a complementação da literatura neste sentido, este trabalho foi elaborado com objetivo de determinar as exigências nutricionais dos minerais: ferro, potássio, cálcio, cobre, zinco, magnésio e manganês; para manutenção e ganho de peso de caprinos Saanen machos, não castrados, dos 30 aos 45 kg de peso vivo.

2. Material e Métodos

O experimento foi realizado na UNESP, campus de Jaboticabal - SP, no Setor de Caprinocultura pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), localizada a 21° 15' 22' S e 48° 15' 58" W, altitude de 595 m, entre o período de abril de 2008 a agosto de 2009, em que foi observado variação de temperatura entre 24,6 e 31,6 °C, e umidade relativa entre 21,5 e 68,2%, para mínima e máxima, respectivamente.

Foram utilizados 30 caprinos machos não castrados, da raça Saanen, que foram adquiridos, em sua maioria de outros criatórios, logo após a desmama, e que permaneceram alojados em baias coletivas, no Setor de Caprinocultura, até o início do período experimental.

O experimento foi dividido em dois ensaios: um para determinação das exigências de manutenção e outro para determinação das exigências para ganho de peso; e teve início quando os animais atingiram $30 \pm 1,02$ kg de peso vivo, quando foram divididos conforme apresentado na Figura 1, sendo alojados em baias individuais, com dimensão de 0,50 x 1,0 m, piso ripado elevado do solo e acesso irrestrito a água.

A dieta foi balanceada de acordo com o NRC (2006), para atender as exigências nutricionais de animais com peso vivo entre 30 e 45 kg, para ganho diário de 250 gramas. O alimento foi oferecido sob forma de ração completa, constituída de aproximadamente 240 g de feno de Tifton e 760 g de concentrado por kg de matéria seca da dieta oferecida, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição bromatológica da dieta utilizada

Ingredientes ¹	%MS ²	EB (kcal/kg MS)											%MS													
		PB	EE	C	FDA	FDN	Fe	K	Ca	Cu	Zn	Mn	Mg	PB	EE	C	FDA	FDN	Fe	K	Ca	Cu	Zn	Mn	Mg	
Feno	24,15	944,46	1,81	6,36	1,61	9,02	17,49	0,464	0,366	0,090	0,014	0,006	0,136	0,031												
Milho	48,85	1996,40	3,89	1,04	0,66	1,93	7,91	0,198	0,238	0,024	0,011	0,072	0,055	0,047												
Far. Soja	13,97	613,96	6,54	0,83	0,81	0,98	1,88	0,192	0,259	0,026	0,013	0,043	0,019	0,032												
Far. Trigo	8,87	367,98	1,42	0,79	0,44	0,99	3,43	0,071	0,093	0,009	0,005	0,045	0,049	0,032												
Calcário	1,59	-	-	-	1,54	-	-	0,033	0,003	0,765	0,000	0,002	0,003	0,002												
Cloreto	1,14	-	-	-	1,02	-	-	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,000												
Sal	0,45	-	-	-	0,40	-	-	0,079	0,000	0,034	0,008	0,071	0,016	0,003												
Suplemento ³	0,42	-	0,003	-	0,32	0,01	0,11	0,127	0,000	0,114	0,006	0,036	0,017	0,020												
Bicarbonato	0,45	-	-	-	0,41	-	-	0,009	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000												
Total	100,00	3922,80	13,68	9,07	7,25	12,95	30,83	0,117	0,957	1,064	0,059	0,328	0,294	0,169												

¹Feno - feno de Tifton, Far. Soja - farelo de soja, Far. Trigo - farelo trigo, Calcário - calcário calcítico, Cloreto - cloreto de amônio, Suplemento - suplemento mineral, Bicarbonato - bicarbonato de sódio.

²MS - matéria seca, EB - energia bruta, PB - proteína bruta, EE - extrato etéreo, C - cinzas ou matéria mineral, FDN - fibra insolúvel em detergente neutro, FDA - fibra insolúvel em detergente ácido, Fe - ferro, K - potássio, Ca - cálcio, Cu - cobre, Zn - zinco, Mn - manganês, Mg - magnésio.

³Composição do suplemento mineral em kg: 190 g cálcio, 73 g de fósforo, 44 g de magnésio, 62 g de sódio, 92 g de cloro, 30 g de enxofre, 1350 mg de zinco, 34 mg de cobre, 940 mg de manganês, 1064 mg de ferro, 3 mg de cobalto, 16 mg de iodo, 18 mg de selênio, 730 mg de flúor.

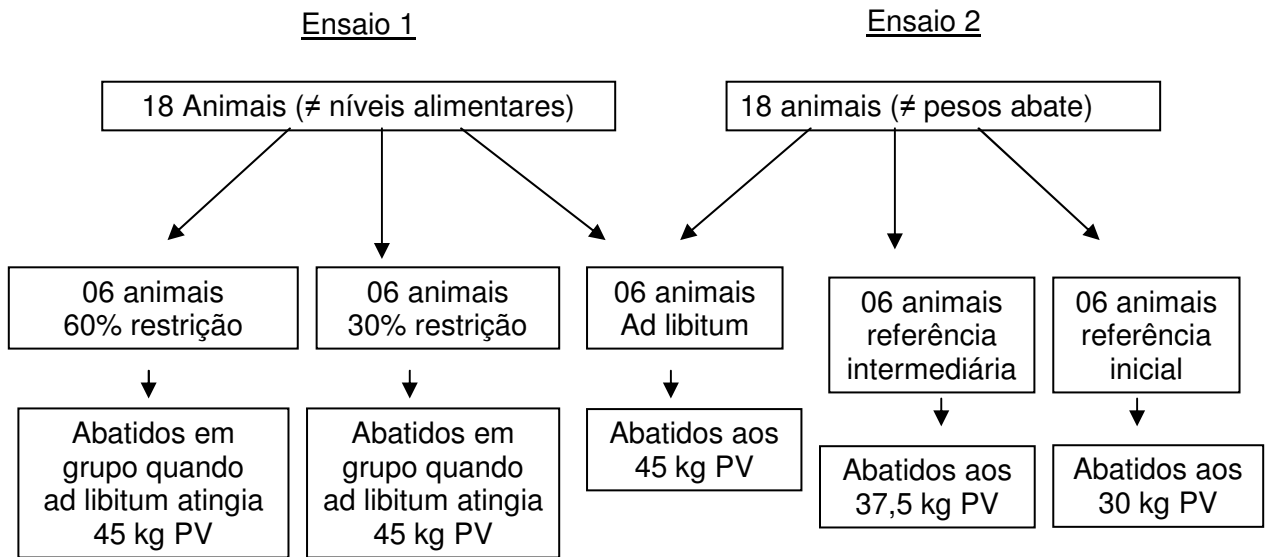


Figura 1. Distribuição esquemática dos animais nos ensaios para determinação das exigências de manutenção (Ensaio 1) e ganho de peso (Ensaio 2).

As amostras dos ingredientes da dieta e das sobras foram secas em estufa de circulação de ar forçada a 60 ± 5 °C por 72 h, até peso constante, e trituradas em moinho tipo Wiley (Arthur H. Tomas Co., Philadelphia, PA) utilizando peneira com crivos de 1 mm. As amostras foram analisadas para determinar o teor de gordura (com base na perda de peso da amostra seca após extração com éter de petróleo em um aparelho de extração Soxhlet por 6 h; AOAC, 2007, item 920.39), proteína (dosagem de nitrogênio pelo método micro-Kjeldahl, AOAC, 2007, item 954.01), cinzas (combustão completa em um forno mufla a 600 °C por 6 h; AOAC, 2007, item 934.01). Foi determinada fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) com uso de amilase e sem sulfito (Van Soest et al., 1991), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) (Goering e Van Soest, 1970), e energia bruta (EB) usando bomba calorimétrica (Parr Instrument Co., Moline, IL), sendo calculado o consumo de cada fração dos nutrientes pelos animais durante os ensaios experimentais.

2.1. Exigências para manutenção

Para estimativa das exigências por meio do abate comparativo, se faz necessária a determinação da composição do corpo e da composição do ganho de peso dos animais. Para tal seis animais foram abatidos ao início do experimento, com 30 kg de peso vivo, representando os animais referência, para que a partir deles pudesse ser estimada a composição corporal inicial dos demais animais.

Para a determinação das exigências para manutenção, 18 animais foram distribuídos em seis grupos de três animais, e em cada grupo os animais foram submetidos a três níveis nutricionais: *ad libitum*, 30% e 60% de restrição (Figura 1).

A dieta experimental foi fornecida diariamente e teve o consumo calculado pela diferença entre a quantidade fornecida e a sobra, sendo que as quantidades oferecidas foram ajustadas diariamente. A quantidade fornecida aos animais submetidos à restrição alimentar foi calculada em função do consumo dos animais alimentados *ad libitum*, em cada grupo, para os quais foi permitida sobra de 15 a 20% sobre a matéria natural oferecida.

Os animais, divididos em função do nível alimentar, foram abatidos quando o animal do nível nutricional 0% restrição (*ad libitum*) atingiu 45 kg de peso após jejum, sendo abatido juntamente com os animais submetidos à restrição, pertencentes ao mesmo grupo.

Os procedimentos adotados para o abate foram idênticos para todos os animais, que foram submetidos a jejum de sólidos por 16 horas, sendo então pesados para obtenção do peso em jejum (PJ); e encaminhados para o abatedouro experimental do Setor de Caprinocultura da FCAV/UNESP em Jaboticabal, onde foram abatidos por meio de secção das veias jugulares e carótidas após insensibilização.

O sangue foi coletado e pesado, o trato gastrintestinal foi removido e pesado, antes e após a retirada de seu conteúdo, para determinação do peso do corpo vazio (PCV), pela subtração ao peso em jejum do peso do conteúdo gastrintestinal, do conteúdo da bexiga e vesícula.

As carcaças foram refrigeradas a 5° C por 24 h, e após este período cada uma foi dividida longitudinalmente em duas meias carcaças, que foram congeladas para posterior processamento. As partes congeladas foram moídas e homogeneizadas e destas foram retiradas sub-amostras de 100g, que foram liofilizadas e moídas em moinho de bola para posterior determinação do teor de ferro (F), potássio, (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), zinco (Zn) e manganês (Mn), segundo AOAC (2007), por via úmida, com digestão nitro-perclórica, e leitura em espectrofotômetro de absorção atômica, realizada no Laboratório Central da FCAV, UNESP, campus de Jaboticabal.

A composição corporal dos animais foi determinada pelo método direto, em que o corpo dos animais foi totalmente moído, para retirada da sub-amostra que foi analisada em laboratório. Dessa forma, a composição corporal inicial dos animais que foram abatidos ao final do experimento, foi estimada com base na composição corporal dos animais referência, abatidos ao início do experimento com 30 kg de peso vivo. Da mesma forma, o peso do corpo vazio inicial (PCVi) foi calculado por equações de regressão desenvolvidas a partir dos animais referência, para a determinação da composição corporal inicial desses animais.

Dessa forma, as equações obtidas foram:

- $PJi = -7,01071 + 1,19286 \times PI$; em que: PJi é o peso em jejum inicial dos animais, e o PI o peso vivo inicial ($R^2 = 0,95$);

- $PCVi = -8,60646 + 1,05994 \times PJi$, em que: o PCVi é o peso do corpo vazio inicial e o PJi o peso em jejum inicial ($R^2 = 0,66$);

- $MS (g) = -2821,93 + 509,97 \times PCVi$ ($R^2 = 0,70$);

- $Fe (g) = -74,015 + 11,274 \times PCVi$ ($R^2 = 0,23$);

- $K (g) = 10,169 + 2,085 \times PCVi$ ($R^2 = 0,31$);

- $Ca (g) = -1,065 + 18,676 \times PCVi$ ($R^2 = 0,23$);

- $Cu (g) = 17,321 - 0,151 \times PCVi$ ($R^2 = 0,25$);

- $Zn (g) = -17,358 + 3,603 \times PCVi$ ($R^2 = 0,54$);

- $Mn (g) = 2,416 + 0,051 \times PCVi$ ($R^2 = 0,21$);

▪ $Mg (g) = -22,541 + 1,556 \times PCVi$, ($R^2 = 0,52$); para as quais PCVi é o peso do corpo vazio dos animais ao início do experimento, e MS, Fe, K, Ca, Cu, Zn, Mn, e Mg são a composição inicial do corpo em matéria seca, ferro, potássio, cálcio, cobre, zinco, manganês e magnésio, respectivamente.

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

2.2. Exigências para ganho

Para estimativa das exigências por meio do abate comparativo, se faz necessária a determinação da composição do corpo e da composição do ganho de peso dos animais. Para tal seis animais foram abatidos ao início do experimento, com $30 \pm 1,02$ kg de peso vivo, representando os animais referência, para que a partir deles pudesse ser estimada a composição corporal inicial dos demais animais. Outros seis animais, alimentados *ad libitum*, foram abatidos com aproximadamente 37,5 kg de peso vivo representando os animais com composição corporal intermediária. A composição corporal final foi obtida com o abate dos seis animais alimentados *ad libitum* que foram abatidos com aproximadamente 45 kg de peso vivo em jejum (Figura 1).

Para acompanhamento do desempenho dos animais, os mesmos foram pesados semanalmente, antes da alimentação, em balança eletrônica com precisão de 0,1 kg.

A dieta experimental, os procedimentos de alimentação e os de abate foram os mesmos descritos anteriormente.

As equações de regressão da quantidade dos minerais no corpo vazio (y) em função do peso do corpo vazio (x) foram estimadas, por meio da equação alométrica logaritmizada do tipo $\log y = a + b \log x$ (ARC, 1980). Para a estimativa da composição

de ganho de peso, as equações de composição corporal foram derivadas obtendo-se assim uma equação do tipo $y = b \cdot 10^a \cdot x^{(b-1)}$.

Como as exigências líquidas para ganho são estimadas em função do peso do corpo vazio dos animais, e por ser esta uma informação de difícil acesso para o produtor rural, as determinações foram corrigidas para o peso vivo em jejum dos animais, a partir de uma relação entre os dois pesos, de forma que as exigências líquidas de minerais por kg de peso vivo puderam ser obtidas pela equação:

▪ $PCV = -9,52252 + 1,08959 PJ$; em que o PCV é o peso de corpo vazio, e o PJ é o peso vivo em jejum dos animais ($R^2 = 0,97$).

2.3. Ensaio de Metabolismo

Durante o experimento foi desenvolvido um ensaio de metabolismo, para o qual os animais dos grupos submetidos aos diferentes níveis alimentares foram alojados em gaiolas metabólicas, que permitiram o controle total de ingestão de água e de alimento sólido, bem como a separação de fezes e urina.

O ensaio de metabolismo foi realizado quando os animais, alimentados *ad libitum*, de cada grupo, atingiram aproximadamente 37,5 kg de peso vivo, e a colheita dos dados, com duração de cinco dias, teve por objetivo a determinação da absorção (disponibilidade) dos minerais.

A quantidade de fezes excretada por animal foi pesada em balança eletrônica com precisão de 0,1 g, sendo retirada uma amostra proporcional diária para formação de uma amostra composta dos cinco dias e dessa foi retirada uma sub-amostra de 200 g para a realização das análises laboratoriais. Diariamente a urina foi coletada em baldes, acidificados, com 20 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 40% (v/v), para prevenir a volatilização do nitrogênio. A quantidade diária de urina excretada por animal foi pesada em balança eletrônica com precisão de 0,1 g, sendo colhidas amostras proporcionais diárias para compor a amostra composta, a qual foi utilizada para as análises laboratoriais.

As amostras dos ingredientes da dieta, das sobras de alimentos, das fezes e urinas foram secas em estufa de circulação de ar forçado a 60 ± 5 °C por 72 h, até peso constante. Com exceção das amostras de urina, as demais foram trituradas em moinho tipo Wiley (Arthur H. Tomas Co., Philadelphia, PA) utilizando peneira com crivos de 1 mm. As amostras foram analisadas segundo AOAC (2007) para determinação da matéria seca e do teor de minerais.

2.4. Análise estatística

Para as variáveis utilizadas no ensaio das exigências para manutenção e no ensaio de metabolismo, o delineamento experimental utilizado foi em blocos (grupos), com três tratamentos (níveis de restrição: 0, 30 e 60%), utilizando-se o PROC MIXED (SAS Inst. Inc., Cary, NC), e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

As equações de regressão, utilizadas na determinação das exigências para manutenção, foram obtidas por meio da regressão das quantidades dos nutrientes presentes no corpo vazio, em função da quantidade do nutriente ingerida, utilizando o PROC REG do SAS 9.0 (2002) (SAS Inst. Inc., Cary, NC), adotando-se o modelo $y = a + bx$.

Para determinação das exigências para ganho, o delineamento estatístico utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado, com três pesos de abate (30; 37,5 e 45 kg). As variáveis foram avaliadas por análise de variância pelo PROC GLM (SAS Inst. Inc., Cary, NC) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

As equações de predição das exigências para ganho de peso foram obtidas por meio da regressão das quantidades dos nutrientes presentes no corpo vazio, em função do peso do corpo vazio, conforme a equação do modelo I.

Modelo I

$$y_{ij} = \mu + bx_i + e_{ij};$$

em que:

y_{ij} = logaritmo da quantidade de nutriente presente no corpo do animal;

μ = média;

b = coeficiente de regressão;

x_i = logaritmo do peso do corpo vazio;

e_{ij} = erro aleatório.

Sendo os dados submetidos a uma análise regressão pelo PROC REG (SAS Inst. Inc., Cary, NC).

Para a determinação da composição do ganho em peso, derivou-se a equação alométrica logaritmizada da composição corporal ($\log y = a + b \log x$) em função do logaritmo do peso do corpo vazio, sendo utilizado o modelo II.

Modelo II:

$$y^j = b \cdot 10^a \cdot X^{(b-1)};$$

em que:

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

y^j = exigência líquida de ganho do nutriente (g);

X = peso corporal vazio, em kg;

a = intercepto da equação de predição do conteúdo corporal do nutriente.

O programa estatístico utilizado foi o “Statistical Analysis System” 9.0 (SAS, 2002).

3. Resultados e Discussão

Os dados gerais do ensaio de estimativa das exigências para manutenção e o consumo de cada fração dos nutrientes durante o período experimental, em função do nível alimentar são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Peso vivo, peso de corpo vazio inicial e final dos animais, consumo de nutrientes (g/dia/PCV^{0,75} e kcal/dia/PCV^{0,75}) durante o período experimental, em função do nível de restrição alimentar

Variável ¹	Nível Restrição (%)			P ²
	0	30	60	
Peso inicial (kg)	30,03a	29,01b	29,01b	0,0001
PCV inicial (kg)	21,93a	20,65b	20,02b	0,0001
Peso final (kg)	48,36a	43,06b	30,03c	0,0001
Peso jejum final (kg)	45,03a	39,33b	28,71c	0,0001
PCV final (kg)	39,66a	34,17b	25,79c	0,0001
Ganho peso (kg)	18,33a	14,05a	1,02b	0,0001
CMS (g)	102,13a	73,62b	49,14c	0,0001
CPB (g)	13,84a	10,00b	6,72c	0,0001
CEE (g)	3,54a	2,15b	1,41c	0,0001
CC (g)	7,03a	5,26b	3,54c	0,0001
CFDA (g)	13,91a	9,72b	6,45c	0,0001
CFDN (g)	32,43a	23,11b	15,31c	0,0001
CEB (kcal)	403,93a	289,80b	193,76c	0,0001
C_Fe (g)	0,651	0,736	0,535	0,0681
C_K (g)	1,029a	0,718b	0,477c	0,0001
C_Ca (g)	0,899a	0,738b	0,513c	0,0001
C_Cu (g)	0,019	0,035	0,021	0,0653
C_Zn (g)	0,100	0,195	0,143	0,0556
C_Mn (g)	0,263a	0,212b	0,142c	0,0001
C_Mg (g)	0,149a	0,121b	0,082c	0,0001

¹PCV = peso de corpo vazio, CMS – consumo de matéria seca, CPB – consumo de proteína bruta, CEE – consumo de extrato etéreo, CC – consumo de cinzas ou matéria mineral, CFDA – consumo de fibra insolúvel em detergente ácido, CFDN – consumo de fibra insolúvel em detergente neutro, CB – consumo de energia bruta, C_Fe – consumo de ferro, C_K – consumo de potássio, C_Ca – consumo de cálcio, C_Cu – consumo de cobre, C_Zn – consumo de zinco, C_Mn – consumo de manganês, C_Mg – consumo de magnésio.

P² - Nível de significância. Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

De acordo com o esperado, em função dos níveis alimentares a que estavam submetidos, os animais do grupo *ad libitum* ingeriram maior quantidade das frações dos nutrientes em relação aos demais, o que os fez apresentarem maiores ganhos de peso e com isso maiores pesos em jejum e de corpo vazio finais.

Os dados gerais do ensaio de estimativa das exigências para ganho e a composição corporal desses animais de acordo com os pesos ao abate, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Peso inicial, final, em jejum e peso do corpo vazio, dias de experimento, ganhos de peso total e diário, e composição do corpo (% PCV) de caprinos Saanen, em função do peso de abate

Variável ¹	Média	Pesos de abate (kg)			CV	P ²
		30	37,5	45		
PI (kg)	30,62	31,16	30,66	30,03	2,82	0,1079
PF (kg)	38,93	31,16c	37,28b	48,36a	3,69	0,0001
PJ (kg)	36,99	30,16c	35,78b	45,03a	4,30	0,0001
PCV (kg)	30,78	23,36c	29,32b	39,66a	6,19	0,0001
DIAS_EXP	79,25	-	58,50b	100,00a	35,77	0,0001
GP_TOTAL (kg)	12,47	-	6,616b	18,333a	15,08	0,0001
GP/DIA (kg/dia)	0,148	-	0,113a	0,183a	44,79	0,0001
%MS	40,81	38,81	41,83	41,80	9,02	0,2940
%AGUA	59,18	61,18	58,16	58,19	6,22	0,2940
%CINZAS	6,82	6,71	7,10	6,66	11,88	0,6062
%EE	11,80	9,27b	11,75ab	14,38a	20,87	0,0096
%PTN	26,25	24,66	26,94	27,15	10,18	0,2349
kcal EB/kg	2195,4	1963,5b	2311,7ab	2411,2a	11,82	0,0298
%Fe	0,773	0,807	0,865	0,647	22,89	0,1204
%K	0,250	0,252	0,869	0,229	14,97	0,2074
%Ca	1,870	1,863	2,028	1,721	24,19	0,5153
%Cu	0,065	0,059	0,069	0,067	37,31	0,7621
%Zn	0,307	0,285	0,335	0,300	12,07	0,0881
%Mn	0,014	0,015	0,016	0,012	21,41	0,1451
%Mg	0,063	0,058	0,069	0,061	24,78	0,4349

¹PI = peso inicial, PF = peso final, PJ = peso jejum, PCV = peso do corpo vazio, DIAS_EXP = numero de dias de experimento, GP_TOTAL = ganho de peso total, GP/DIA = ganho de peso por dia, %MS = % de matéria seca no corpo vazio, %AGUA = % água no peso do corpo vazio, %CINZAS = % cinzas no peso do corpo vazio, %EE = % de extrato etéreo no peso do corpo vazio, %PTN = % de proteína no peso do corpo vazio, kcal EB/kg = kcal de energia por kg de peso de corpo vazio, %Fe = % de ferro no peso do corpo vazio, %K = % de potássio, %Ca = % de cálcio, %Cu = % de cobre, %Zn = % de zinco, %Mn = % de manganês, %Mg = % de magnésio no peso do corpo vazio.

CV – coeficiente de variação.

P² - Nível de significância. Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Pode ser observado que não houve diferença para o peso inicial entre os animais, mostrando que o sorteio dos animais nos grupos no início do experimento aconteceu de maneira satisfatória. Já os valores obtidos ao final do experimento foram influenciados pelo peso de abate, com superioridade dos animais abatidos mais pesados, conforme era esperado. Como os animais apenas entravam no experimento na medida em que atingiam 30 kg de peso vivo, os animais utilizados como referências iniciais foram abatidos logo ao início do experimento, não apresentando dessa forma valores para dias de experimento e tampouco ganhos de peso no período.

Apesar de os animais terem sido criados em confinamento, com ração balanceada, a eficiência de ganho pode ser considerada baixa, uma vez que o ganho de peso médio foi de 148 g/dia, e a dieta havia sido balanceada de acordo com o NRC (2006) para ganhos de 250 g/dia.

Para a composição do corpo não foram observadas diferenças, em relação aos diferentes pesos de abate, com exceção ao teor de extrato etéreo e energia, demonstrando que a gordura passou a ser depositada mais tardiamente no corpo dos animais, o que deveria ter influenciado na composição do corpo em minerais, pois de acordo com apresentado por BAIÃO et al. (2004), a concentração dos minerais no corpo dos animais tende a diminuir na medida em que o peso e a concentração de gordura aumentam, devido a um efeito de diluição, uma vez que a gordura contém quantidades negligenciáveis de minerais.

As equações alométricas logaritmizadas, apresentadas na Tabela 4, foram elaboradas utilizando os dados dos animais nos diferentes pesos de abate (30, 37,5 e 45 kg). Os coeficientes de determinação (R^2) e a raiz quadrada do erro (RMSE) obtidos demonstram baixa dispersão dos dados avaliados, mostrando a confiabilidade das equações obtidas para predição da composição corporal, exceção feita ao ferro, ao cobre e ao manganês que, talvez em função de serem micro minerais tenham apresentado maior variação nas determinações laboratoriais.

Tabela 4. Equações de regressão para estimar o peso de corpo vazio e a composição corporal (g/kg PCV) de caprinos Saanen, dos 30 aos 45 kg de peso vivo

Variável ¹	Equações alométricas logaritmizadas	R ²	RMSE
PCV, kg	$PCV(kg) = -9,522 \pm 1,64 + 1,089 \pm 0,04 \times PJ(kg)$	0,97	1,17
MS	$\text{Log } \overline{MS}(g) = 2,387 \pm 0,13 + 1,150 \pm 0,09 \times \text{Log } \overline{PCV}(kg)$	0,90	0,03
Água	$\text{Log } \overline{Água}(g) = 2,918 \pm 0,09 + 0,900 \pm 0,06 \times \text{Log } \overline{PCV}(kg)$	0,93	0,02
Fe	$\text{Log } \overline{Fe}(g) = 1,3794 \pm 0,36 + 0,6591 \pm 0,24 \times \text{Log } \overline{PCV}(kg)$	0,30	0,104
K	$\text{Log } \overline{K}(g) = 0,6912 \pm 0,22 + 0,7985 \pm 0,15 \times \text{Log } \overline{PCV}(kg)$	0,63	0,064
Ca	$\text{Log } \overline{Ca}(g) = 1,5662 \pm 0,31 + 0,7943 \pm 0,21 \times \text{Log } \overline{PCV}(kg)$	0,45	0,090
Mg	$\text{Log } \overline{Mg}(g) = -0,6544 \pm 0,44 + 1,2972 \pm 0,30 \times \text{Log } \overline{PCV}(kg)$	0,53	0,126
Cu	$\text{Log } \overline{Cu}(g) = -0,4276 \pm 0,58 + 1,1461 \pm 0,39 \times \text{Log } \overline{PCV}(kg)$	0,34	0,167
Zn	$\text{Log } \overline{Zn}(g) = 0,3653 \pm 0,21 + 1,0799 \pm 0,14 \times \text{Log } \overline{PCV}(kg)$	0,77	0,060
Mn	$\text{Log } \overline{Mn}(g) = -0,2836 \pm 0,34 + 0,6256 \pm 0,23 \times \text{Log } \overline{PCV}(kg)$	0,31	0,097

¹PCV = Peso do corpo vazio, MS = matéria seca, Fe = ferro, K = potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, Cu = cobre, Zn = zinco, Mn = manganês.

R² = coeficiente de determinação da equação; RMSE = raiz quadrada do quadrado médio do resíduo.

O peso do corpo vazio e a composição do corpo em nutrientes apresentados na Tabela 5 foram estimados a partir das equações de regressão da Tabela 4. A quantidade de água diminuiu com a alteração dos pesos de 30 para 45 kg, em 5,2 %; a quantidade de minerais, no entanto, teve comportamento disforme com redução de 7,4% para potássio, 10% para cálcio, 16% para ferro e 18% para manganês; e com aumento de 17% para magnésio, 8% para o cobre e 4% para o zinco.

Nos estudos de MENDES et al. (2010) com ovinos em pastejo, por sua vez, foram observados que teores de cobre e zinco aumentaram na medida em que o peso do corpo dos animais aumentou de 20 para 30 kg; e que o teor de ferro diminuiu na medida em que o peso do corpo aumentou, concordando com o observado neste estudo para o ferro.

GONZAGA NETO et al. (2005) em seus estudos com ovinos da raça Morada Nova, encontrou composições corporais que variaram de 14,33 a 12,42 g de cálcio; 0,47 a 0,46 g de magnésio; e 2,30 a 2,23 g de potássio, por kg de peso de corpo vazio; valores bem próximos aos encontrados neste experimento de 17,29 a 19,29 g de cálcio;

0,56 a 0,66 g de magnésio e 2,34 a 2,60 g de potássio por kg de peso de corpo vazio; para caprinos Saanen.

Tabela 5. Peso do corpo vazio e composição corporal estimada de caprinos Saanen, dos 30 aos 45 kg de peso vivo

Variável ¹	Peso Corporal (kg)			
	30	35	40	45
PCV (kg)	23,165	28,613	34,061	39,509
MS (g/kg PCV)	390,16	403,00	414,01	422,84
Água (g/kg PCV)	605,07	592,82	583,00	573,94
K (g/kg PCV)	2,6078	2,4994	2,4129	2,3421
Ca (g/kg PCV)	19,2960	18,4730	17,8255	17,2904
Mg (g/kg PCV)	0,5637	0,6003	0,6322	0,6607
Fe (g/kg PCV)	8,2067	7,6372	7,1968	6,8423
Cu (g/kg PCV)	0,5897	0,6099	0,6255	0,6393
Zn (g/kg PCV)	2,9817	3,0327	3,0750	3,1117
Mn (g/kg PCV)	0,1605	0,1483	0,1389	0,1314

¹PCV = Peso do corpo vazio, MS = matéria seca, EE = extrato etéreo, PTN = proteína, EN = energia, Fe = ferro, K = potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, Cu = cobre, Zn = zinco, Mn = manganês.

Nos estudos de GOMES et al. (2011) a composição corporal apresentou aumento de 10 g de cálcio/kg PCV e decréscimo de 0,65 g de magnésio e 1,6 g de potássio quando o peso vivo dos animais passou de 5 para 20 kg. Neste estudo, no entanto, houve redução de 2 g de cálcio/kg PCV; 0,1 g de magnésio/kg PCV e 0,2 de potássio/kg PCV; o que pode ser justificado pelo maior peso dos animais, que deveriam estar numa fase mais adiantada da curva de crescimento, com menor deposição muscular e maior deposição de gordura.

O ARC (1980) considera composição do corpo constante, independente do peso, e recomenda valores baseados na composição corporal de ovinos, em: 11 g de cálcio; 0,41 g de magnésio; 1,8 g de potássio por kg de peso de corpo vazio, valores esses 23%, 32% e 18% inferiores aos observados neste experimento, para cálcio, magnésio, e para potássio, respectivamente, demonstrando que valores de exigências nutricionais de minerais, não devem ser extrapolados de outras espécies (NOBREGA, 2008).

Já os valores encontrados na literatura nacional variam de 8 a 15 g de cálcio; 1,0 a 2,70 g de potássio e 0,41 a 0,97 g de magnésio por kg de peso de corpo vazio

(RESENDE, 1989; FERREIRA, 2003; TEIXEIRA, 2004), valores por sua vez, mais próximos aos encontrados nesta pesquisa.

A composição do ganho em peso, apresentada na Tabela 6, foi obtida por meio da derivação da equação alométrica logaritimizada apresentada na Tabela 4. Os resultados indicam que quando os animais passaram dos 30 para 45 kg de peso vivo a composição do ganho, a qual representa a exigência líquida de minerais para ganho de peso, diminuiu para ferro de 5,41 para 4,51 g/kg ganho de peso de corpo vazio (GPCV), para potássio diminuiu de 2,08 para 1,87; e para o cálcio de 15,32 para 13,73 g/kg GPCV. E aumentou de 0,73 para 0,85 para magnésio; de 0,67 para 0,73 para cobre; de 3,22 para 3,36 para zinco e de 1,05 para 1,28 g/kg GPCV para manganês.

O ARC (1980) extrapola dados de bovinos e considera composição de ganho constante, independente do peso, sendo estimados valores de 14 g de cálcio; 0,45 g de magnésio; 2,0 g de potássio por kg de ganho de peso de corpo vazio, valores bem próximos aos encontrados nesta pesquisa para cálcio e potássio.

Tabela 6. Equações para predição da composição do ganho em peso de corpo vazio (g/kg GPCV) e para predição das exigências líquidas de minerais para ganho de peso, de caprinos Saanen dos 30 aos 45 kg de peso vivo

Variável ¹	Peso Vivo (kg)				Equações para predição da exigência líquida de ganho ²
	30	35	40	45	
MS	392,16	462,79	476,44	487,17	$0,51043 \times 10^{2,38744} \times \text{PCV}^{0,15002}$
Água	545,82	534,48	525,29	517,60	$0,90054 \times 10^{2,9183} \times \text{PCV}^{-0,09946}$
Fe	5,4105	5,0347	4,7443	4,5104	$0,65918 \times 10^{1,37940} \times \text{PCV}^{-0,34082}$
K	2,0827	1,9960	1,9271	1,8703	$0,79856 \times 10^{0,69126} \times \text{PCV}^{-0,20144}$
Ca	15,328	14,676	14,159	13,734	$0,79432 \times 10^{1,56621} \times \text{PCV}^{-0,20568}$
Mg	0,7313	0,7787	0,8201	0,8571	$1,29720 \times 10^{-0,65449} \times \text{PCV}^{0,29720}$
Cu	0,6777	0,6990	0,7170	0,7327	$1,14615 \times 10^{-0,42762} \times \text{PCV}^{0,14615}$
Zn	3,2203	3,2751	3,3211	3,3607	$1,07996 \times 10^{0,36536} \times \text{PCV}^{0,07996}$
Mn	1,0559	1,1427	1,2198	1,2895	$0,62564 \times 10^{-0,28364} \times \text{PCV}^{0,37436}$

¹PCV = Peso do corpo vazio, MS = matéria seca, Fe = ferro, K = potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, Cu = cobre, Zn = zinco, Mn = manganês.

²Concentração do nutriente = $b \cdot 10^a \cdot x^{(b-1)}$, em que x é o PCV, a e b são constantes determinadas pelas equações da Tabela 4.

Nos estudos de FERNANDES (2006), com caprinos mestiços Boer, os valores encontrados para a composição do ganho de peso variaram de 6,5 a 7,0 g cálcio;

0,29 a 0,31 g de magnésio; e 1,18 a 1,05 g de potássio, por kg de ganho de peso de corpo vazio, para animais de 20 a 35 kg de peso vivo, valores bem inferiores aos observados nesta pesquisa. Essas diferenças podem ser devidas aos distintos grupos genéticos e às diferentes fases da vida dos animais estudados, decorrentes das diferentes proporções de ossos na carcaça e variação na concentração de gordura que é função de idade, raça, sexo e manejo alimentar ao qual o animal está submetido.

GOMES et al. (2011) estimaram exigências líquidas de ganho para animais de 5 a 20 kg de peso vivo, em: 1012 a 930 mg cálcio; 63 a 45 mg magnésio; 147 a 74 mg potássio, para 100 g de ganho de peso vivo, valores esses inferiores aos recomendados pelo NRC (2006), sendo sugerido dessa forma que este sistema necessite de ajustes para a formulação de dietas para caprinos em regiões tropicais.

Para alguns dos minerais houve diminuição proporcional das necessidades para ganho, quando os animais passaram de 30 para 45 kg e foram de 16; 10; 10% para ferro, potássio e cálcio, respectivamente. Contrário foi observado para cobre, zinco, magnésio e manganês, que tiveram suas necessidades aumentadas com o aumento do peso, o que pode estar de acordo já que são elementos que dentre outras funções estão relacionados às funções reprodutivas, que já deveria ser maior nesses animais devido à idade e ao adiantado estágio de maturidade.

Esperava-se que de maneira geral, as exigências para os minerais reduzissem à medida que o peso aumentasse, uma vez que os ossos já deveriam estar formados antes da entrada dos animais neste experimento, já que apresentavam peso vivo superior a 30 quilos, o que pode ser explicado pela redução da proporção de ossos na carcaça à medida que aumenta o peso vivo dos animais, já que 98% do cálcio e até 70% do magnésio estão presentes nos ossos (CARVALHO et al., 2006).

Bem, como a maior parte dos minerais está presente nos fluidos corporais e ossos, o aumento da deposição de gordura, que tem quantidades negligenciáveis de minerais, promoveria um efeito de diluição na quantidade desses minerais no corpo, explicando a diminuição nas concentrações com o aumento do peso vivo, no entanto, o ligeiro aumento nas concentrações de alguns deles, indicou que os cabritos ainda apresentaram deposição muscular, independente da mais acentuada deposição de

gordura; semelhante ao observado por FERNANDES (2006) para mestiços Boer, o que parece ser coerente, já que de acordo com MCDOWELL (1992) 30% do magnésio corporal está presente nos músculos.

Durante o ensaio de metabolismo foi acompanhado o consumo e excreção dos elementos minerais pelos animais durante os cinco dias de coleta, e a partir desses dados foram calculados a digestibilidade da matéria seca e a disponibilidade (absorção) dos minerais, conforme pode ser observado na Tabela 7.

Apesar da ingestão de matéria seca e de outros nutrientes terem sido diferentes entre tratamentos, em função do nível alimentar a que estavam submetidos, não foram observadas diferenças entre a disponibilidade dos nutrientes para os diferentes níveis nutricionais.

Os valores apresentados para a absorção dos minerais foram semelhantes entre os tratamentos, estando o valor da disponibilidade de potássio próximo ao encontrado por FERNANDES (2006) que apresentou valores médios de 0,83 para o potássio; e de 0,65 e 0,58 para absorção de magnésio e cálcio respectivamente.

Tabela 7. Digestibilidade aparente da matéria seca e disponibilidade dos minerais, para caprinos, dos 30 aos 45 kg de peso vivo, em função do nível de restrição alimentar

Variável ¹	Média	Nível de Restrição (%)			P ²
		0	30	60	
D_MS	0,67	0,67	0,68	0,67	0,8772
D_Fe	0,70	0,75	0,67	0,69	0,3422
D_K	0,86	0,77	0,91	0,91	0,0510
D_Ca	0,35	0,38	0,32	0,36	0,4900
D_Cu	0,65	0,63	0,66	0,66	0,8295
D_Zn	0,59	0,66	0,58	0,53	0,2844
D_Mn	0,85	0,88	0,86	0,82	0,0546
D_Mg	0,54	0,49	0,54	0,59	0,6716

¹D_MS - digestibilidade matéria seca, D_Fe - disponibilidade de ferro, D_K - disponibilidade de potássio, D_Ca - disponibilidade de cálcio, D_Cu - disponibilidade de cobre, D_Zn - disponibilidade de zinco, D_Mn - disponibilidade manganês, D_Mg - disponibilidade de magnésio.

P² - Nível de significância. Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Para o cálculo das exigências líquidas para manutenção foram estimadas equações por meio da retenção dos minerais em função de sua ingestão na dieta, as quais são

apresentadas da Tabela 8. Com base nessas equações, as exigências líquidas de minerais para manutenção foram: 0,07654 g Fe/dia/kgPCV^{0,75}; 0,00465 g K/dia/kgPCV^{0,75}; 0,05576 g Ca/dia/kgPCV^{0,75}; 0,00251 g Cu/dia/kgPCV^{0,75}; 0,002161 g Zn/dia/kgPCV^{0,75}; 0,00053 g Mn/dia/kgPCV^{0,75}; e 0,00187 g Mg/dia/kgPCV^{0,75}.

Estes valores são equivalentes a variações de 34,8 a 30,5 mg de ferro; 2,1 a 1,8 mg de potássio; 25,4 a 22,2 mg de cálcio; 1,14 a 1,00 mg de cobre; 0,98 a 0,86 mg de zinco; 0,24 a 0,21 mg de manganês; e 0,85 a 0,74 mg de magnésio por kg de peso de corpo vazio/dia, para animais de 30 a 45 kg de peso vivo.

Nos estudos de FERNANDES (2006) a exigência líquida para manutenção foi estimada 32,3 mg de cálcio/kg PCV, e de 1,31 mg de magnésio/kg PCV; valor próximo das 25 mg de cálcio/kg PCV e das 0,85 mg de magnésio/kg PCV encontrados neste estudo. Em contraposição, os valores apresentados para potássio foram 4 vezes maiores que as 2 mg/kg PCV encontradas neste estudo.

Tabela 8. Equações de regressão da retenção de nutrientes no corpo dos animais (g/kg PCV^{0,75}) em função do consumo dos mesmos (g/kg PCV^{0,75}), por dia, de acordo com o peso do corpo vazio metabólico de caprinos Saanen

Equações da retenção de nutrientes ¹	R ²	CV	P ³
RFe = -0,07654 + 0,00152 * CFe	0,0880	57,26	0,9116
RK = -0,00465 + 0,03837 * CK	0,5124	39,92	0,0008
RCa = -0,05576 + 0,37988 * CCa	0,3980	42,76	0,005
RCu = -0,00251 + 0,33158 * CCu	0,2464	93,83	0,2462
RZn = -0,002161 + 0,14058 * CZn	0,4490	48,52	0,0853
RMn = -0,00053081 + 0,00859 * CMn	0,2600	67,43	0,0283
RMg = -0,00187 + 0,07545 * CMg	0,2665	38,32	0,0283

¹RFe – retenção do ferro, RK – retenção do potássio, RCa – retenção do cálcio, RCu – retenção do cobre, RZn – retenção do zinco, RMn – retenção do manganês, RMg – retenção do magnésio, CMS – consumo de MS, CFe – consumo de ferro, CK, consumo de K, CCa – consumo de Ca, CCu – consumo de Cu, CZn – consumo de ZN, CMn – consumo de Mn, CMg – consumo de Mg.

R² – coeficiente de determinação da equação, CV – coeficiente de variação.

P³ - Nível de significância. Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Nas Tabelas 9 e 10 são apresentados os dados de exigências líquidas de minerais, para manutenção e para ganho de peso, respectivamente. Com o objetivo de facilitar a visualização dos dados para formulação de dietas para caprinos dos 30 aos 45 kg de peso vivo, os mesmos foram agrupados em função do peso vivo e do ganho de peso diário pretendido.

Tabela 9. Exigências líquidas de minerais para manutenção de caprinos Saanen machos, dos 30 aos 45 kg de peso vivo

Peso Vivo (kg)	Fe (g/dia)	K (g/dia)	Ca (g/dia)	Mg (g/dia)	Cu (g/dia)	Zn (g/dia)	Mn (g/dia)
30	0,8081	0,0491	0,5887	0,0197	0,0265	0,0228	0,0056
35	0,9469	0,0575	0,6898	0,0231	0,0310	0,0267	0,0065
40	1,0791	0,0655	0,7861	0,0263	0,0353	0,0304	0,0074
45	1,2061	0,0732	0,8787	0,0294	0,0395	0,0340	0,0083

¹Fe = ferro, K = potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, Cu = cobre, Zn = zinco, Mn = Manganês.

O NRC (2006) adotou as recomendações baseadas em resultados oriundos de ensaios de alimentação e/ou adaptados de outras espécies, baseadas nas recomendações de MESCHY (2000) e recomendou para as exigências dietéticas de minerais para manutenção, valores de: 2,0 g a 2,3 g de cálcio; 4,2 a 5,4 g de potássio; 0,53 a 0,70 g de magnésio; 22 a 28 mg de cobre; 4 a 6 mg de ferro; 8 a 11 mg de manganês e 5 a 6 mg de zinco; para animais em crescimento com peso vivo entre 30 e 40 kg. E para animais maduros de 50 kg de peso vivo, recomenda: 2,4 g de cálcio; 6,6 g de potássio; 0,88 g de magnésio; 26 mg de cobre; 7 mg de ferro; 13 mg de manganês e 15 mg de zinco. Para comparação desses valores apresentados com os encontrados nesse estudo, é necessário considerar a disponibilidade dos elementos minerais obtidas pelo ensaio de metabolismo, apesar disso, os valores recomendados pelo NRC (2006) ainda estão muito acima dos encontrados neste experimento, com exceção aos valores de cobre, manganês e zinco.

PFEIFFER & KEUNECKE (1985) encontraram valores de 8,5 a 11,8 g de cálcio por kg de ganho de peso corporal de animais pesando de 15 a 40 kg de peso vivo, valor bem próximo ao observado neste estudo de 11,83 a 12,05 g de cálcio por kg de ganho de peso corporal para animais de 30 a 45 kg de peso vivo.

GONZAGA NETO et al. (2005), por sua vez, encontraram exigências líquidas para ganho de 13,54 a 11,74 mg de Ca; 0,57 a 0,55 mg de Mg; e 2,75 a 2,68 mg de K, por kg de peso vivo ganho, para animais com pesos vivo entre 15 e 25 kg, valores também bastante condizentes com os observados neste estudo, com exceção aos valores observados para potássio, que foram em média 40% inferiores.

Tabela 10. Exigências líquidas de minerais para ganho de peso de caprinos Saanen, machos, dos 30 aos 45 kg de peso vivo

Peso Vivo (kg)	Ganho (g/dia)	Fe (g/dia)	K (g/dia)	Ca (g/dia)	Mg (g/dia)	Cu (g/dia)	Zn (g/dia)	Mn (g/dia)
30	50	0,208	0,080	0,591	0,028	0,026	0,124	0,040
	100	0,418	0,161	1,184	0,056	0,052	0,249	0,081
	150	0,626	0,241	1,775	0,084	0,078	0,372	0,122
	200	0,835	0,321	2,367	0,112	0,104	0,497	0,163
35	50	0,205	0,081	0,599	0,031	0,028	0,133	0,046
	100	0,412	0,163	1,200	0,064	0,057	0,268	0,093
	150	0,617	0,244	1,799	0,095	0,08	0,401	0,140
	200	0,823	0,326	2,399	0,127	0,114	0,535	0,186
40	50	0,201	0,082	0,602	0,034	0,030	0,141	0,051
	100	0,404	0,164	1,206	0,070	0,061	0,283	0,103
	150	0,605	0,246	1,808	0,104	0,091	0,424	0,155
	200	0,807	0,328	2,411	0,139	0,122	0,565	0,207
45	50	0,198	0,082	0,602	0,037	0,032	0,147	0,056
	100	0,396	0,164	1,206	0,075	0,064	0,295	0,113
	150	0,594	0,246	1,808	0,112	0,096	0,442	0,169
	200	0,792	0,328	2,411	0,150	0,128	0,590	0,226

¹Fe = ferro, K = potássio, Ca = cálcio, Mg = magnésio, Cu = cobre, Zn = zinco, Mn = Manganês.

Nos estudos de ARAUJO et al. (2010) com caprinos Moxotó dos 15 aos 25 kg de peso vivo, foram observados valores de 10,8 a 11,5 g de cálcio; 0,37 a 0,42 g de magnésio; 1,58 a 1,74 g de potássio por kg de ganho de peso.

Para o NRC (2006) os valores recomendados para a exigência de minerais para crescimento, independente da condição sexual, são: 4,4 g de cálcio; 4,9 g de potássio; 0,73 g de magnésio; 26 mg de cobre; 36 mg de ferro; 11 mg de manganês e 6 mg de zinco para ganhos de 100g/dia para animais de 30 kg. E 4,6 g de cálcio; 6,4 g de potássio; 0,9 g de magnésio; 34 mg de cobre; 37 mg de ferro; 17 mg de manganês e 14 mg de zinco para ganhos de 100 g/dia para animais de 40 kg de peso vivo.

Para minerais, o AFRC (1991) adotou equações baseadas no crescimento ósseo para estimar as exigências de cálcio e fósforo e considerou que a concentração desses elementos no corpo diminui à medida que o animal torna-se adulto, o que parece estar de acordo com os valores encontrados neste estudo para cálcio.

Por meio dos dados apresentados é possível verificar que na literatura existe uma grande variação para os valores das exigências nutricionais, sendo influenciadas por fatores como raça, idade, peso vivo, condições ambientais e espécie; persistindo, portanto, a necessidade de mais estudos relacionados a este tema na tentativa de aumentar os conhecimentos disponíveis nesta área e com isso aumentar a eficiência dos sistemas produtivos nacionais. Ressalva-se que, devido às pequenas quantidades no corpo e a um grande controle homeostático, os minerais em geral apresentam grande variabilidade entre animais, o que muitas vezes gera dificuldades na determinação de suas exigências.

4. Conclusões

A composição corporal de caprinos Saanen machos, em minerais, variou de: 0,26 a 0,23% de potássio, 1,92 a 1,72% de cálcio, 0,05 a 0,06% de magnésio, 0,82 a 0,68% de ferro, 0,05 a 0,06% de cobre, 0,29 a 0,31% de zinco e 0,01% de manganês, para animais com peso vivo de 30 a 45 kg.

Caprinos Saanen machos, dos 30 aos 45 kg de peso vivo, apresentam exigências líquidas diárias de minerais para manutenção de: 34,8 a 30,5 mg de ferro; 2,1 a 1,8 mg de potássio; 25,4 a 22,2 mg de cálcio; 1,14 a 1,00 mg de cobre; 0,98 a 0,86 mg de zinco; 0,24 a 0,21 mg de manganês; e 0,85 a 0,74 mg de magnésio/kg PCV; estes valores são equivalentes a variações diárias de 0,80 a 1,20 g de ferro; 0,05 a 0,07 g de potássio; 0,58 a 0,87 g de cálcio; 0,026 a 0,039 g de cobre; 0,022 a 0,034 g de zinco; 0,005 a 0,008 g de manganês; e 0,019 a 0,029 g de magnésio/kg PV. E apresentam exigências líquidas de minerais para ganho de peso variando de 5,41 a 4,51 g Fe/kg ganho de peso de corpo vazio (GPCV); 2,08 a 1,87 g de K; 15,32 a 13,73 g Ca; 0,73 a 0,85 g Mg; 0,67 a 0,73 g Cu; 3,22 a 3,36 g Zn e 1,05 a 1,28 g Mn/kg ganho de peso de corpo vazio. O que representa valores de: 4,17 a 3,96 g de ferro; 1,60 a 1,64 g de potássio; 11,83 a 12,05 g de cálcio; 0,56 a 0,75 g de magnésio; 0,52 a

0,64 g de cobre; 2,48 a 2,95 g de zinco; e 0,81 a 1,13 g de manganês por kg de ganho de peso vivo por dia, para animais de 30 a 45 kg de peso vivo.

5. Referências

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

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

ARAUJO, M.J.; MEDEIROS, A.N.; TEIXEIRA, I.A.M.A. et al. Mineral requirements for growth of Moxotó goats grazing in the semi arid region of Brazil. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, n.93, p.1-9, 2010.

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

BAIÃO, E.A.M.; PEREZ, J.R.O.; BAIÃO, A.A.F. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de magnésio, potássio e sódio de cordeiros Santa Inês e seus cruzamentos com Bergamácia, Ile de France e Texel dos 15 aos 45 kg de peso vivo. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.28, n.1, p.156-166, 2004.

CAPRIPAULO. Associação Paulista de caprinocultores. **Regulamento de caprinos leiteiros**. Disponível em: <http://capripaulo.com.br/site/wp_content/uploads/2011/07/cabrasleiteiras-capripaulo.pdf> Acesso em 26 ago. 2011.

CARVALHO, P.A.; SANCHEZ, L.M.B.; PIRES, C.C. Composição corporal e exigência líquida de macro elementos orgânicos (Ca, P, Mg, K) para ganho de peso de bezerros machos de origem leiteira do nascimento aos 110 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.32, n.6, p.1492-1499, 2006.

FERNANDES, M.H.M.R. **Composição corporal e exigências nutricionais em proteína, energia e macro minerais de cabritos com constituição genética $\frac{3}{4}$ Boer e $\frac{1}{4}$ Saanen.** 2006. 100f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

FERREIRA, A.C.D. **Composição corporal e exigências nutricionais em proteína, energia e macro minerais de caprinos Saanen em crescimento.** 2003. 86f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 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**, Viçosa, MG, v.28, n.2, p.352-360, 1998.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analyses:** apparatus, reagents, procedures and some applications. Washington, D.C: United States Department of Agriculture, 1970. 20 p. (Agricultural handbook, 379).

GOMES, R.A.; OLIVEIRA-PASCOA, D.; TEIXEIRA, I.A.M.A. et al. Macro mineral requirements for growing Saanen goat kid. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, n.99, p.160-165, 2011.

GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A.G.; RESENDE, K.T. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de macro minerais para cordeiros Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, n.6, v.34, p.2133-2142, 2005.

MCDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition.** San Diego: Academic Press, 1992. 524p.

MENDES, R.S.; SILVA, A.M.A.; SILVA, G.L.S. et al. Exigências líquidas de zinco, cobre e ferro para cordeiros em pastejo no semi-árido. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v.32, n.3, p.279-284, 2010.

MESCHY, F. Recent progress in the assessment of mineral requirements of goats. **Livestock Production Science**, London, v.64, n.1, p.9-14, 2000.

NOBREGA, G.H. **Composição corporal e exigências nutricionais de caprinos ½ boer ½ srd em pastejo no semi-árido**. 2008. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2008.

NRC. National Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants**. Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids. National Research Council. The National Academies Press. Washington, D.C., 2006.

PEDREIRA, M.S.; BERCHIELLI, T.T. Minerais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. Ed.1. 583p.

PFEFFER, E.; KEUNECKE, R. Untersuchungen uber die gehalte na protein, fett und mineralstoffen im korper wachsender ziegen. **Journal Animal Physiology Nutrition**, Berlin, v.55, n.3, p.166-171, 1985.

QUEIROZ, A.C.; GOUVEIA, L.D.; PEREIRA, J.C. et al. Exigências Nutricionais de caprinos da raça Alpina em crescimento. 1. Exigências nutricionais de fósforo para manutenção: perdas endógenas e abate comparativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.4, p.1205-1215, 2000.

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

RESENDE, K.T.; PEREIRA FILHO, J.M.; TRINDADE, I.A.C.M. et al. Exigências nutricionais de caprinos leiteiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38. 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.284-296.

SAS. Statistics analysis systems institute. **User's guide**. North Caroline: SAS Institute Inc. 2002.

SHAHIN, K.A.; BERG, R.T.; PRICE, M.A. The effect of breed type and castration on tissue growth patterns and carcass composition in cattle. **Livestock Production Science**, v.35, n.3-4, p.251-264, 1993.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**. Métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

TEIXEIRA, I.A.M.A. **Métodos de estimativa da composição corporal e exigências nutricionais de cabritos F1 Boer x Saanen**. 2004. 93f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

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**, Savoy, IL, v.74, p. 3583-3590, 1991.

CAPÍTULO IV

CAPÍTULO 4 - SELETIVIDADE E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE CAPRINOS SAANEN SUBMETIDOS A TRÊS NÍVEIS NUTRICIONAIS

RESUMO: O trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a seletividade alimentar e o comportamento de caprinos, machos e fêmeas, submetidos a três níveis de restrição alimentar. Foram utilizados 36 caprinos Saanen, sendo 18 machos não castrados e 18 fêmeas, subdivididos em grupos de três, e dentro dos grupos foram sorteados os níveis alimentares: *ad libitum*, 30% e 60% de restrição alimentar. A quantidade fornecida e as sobras de cocho foram quantificadas diariamente e calculado o consumo de matéria seca e de cada fração dos nutrientes. Para análise de granulometria a amostra das sobras foi acondicionada em um conjunto de peneiras automáticas agitadas por 10 min. Na avaliação do comportamento dos animais, foi utilizado o método de varredura instantânea a cada dez minutos, durante 24 horas, repetidos em três dias ao acaso. Em função do nível alimentar houve diferença na quantidade de alimento fornecido, o que favoreceu a maior quantidade de sobras para os animais alimentados *ad libitum*, foi observado que os animais submetidos à restrição alimentar ingeriram maior parte do que foi disponibilizado no cocho, fazendo com que diminuíssem sua seletividade. E diferentemente do esperado, os animais alimentados *ad libitum* não apresentaram padrão de seleção superior para proteína em relação aos demais animais. Houve influência do nível de restrição alimentar sobre o perfil de seleção granulométrica dos animais, demonstrando que os animais submetidos ao maior nível de restrição tiveram preferência por selecionar partículas menores, permitindo maior porcentagem de sobra de partículas maiores que 2,0 mm, e consumindo maior proporção das partículas até 0,5 mm, comportamento semelhante foi observado para as fêmeas. Foi observado que os animais submetidos à restrição alimentar e as fêmeas ruminam menos e permanecem menos tempo deitados e com mais comportamentos estereotípicos. A restrição alimentar altera o comportamento ingestivo natural dos caprinos, fazendo com que passem a aceitar a maior parte do alimento disponibilizado no cocho, assim como, influencia o tempo despendido com atividades não produtivas (comportamento estereotípico e agonístico), fazendo com que os animais se tornem mais inquietos e agravem a perda energética do organismo, acentuando as perdas produtivas.

Palavras chave: consumo, fibra, granulometria, tamanho partícula, restrição, tempo despendido

CHAPTER 4 - PREFERENCE AND FEED INTAKE BEHAVIOR OF SAANEN KID GOATS INTO THREE RESTRICTION LEVELS

ABSTRACT: The work was to evaluate the goats feeding selectivity and behavior, males and females, subjected to three food restriction levels. Thirty six Saanen goats were used, 18 no-castrated males and 18 females, divided randomly into three groups and within groups were randomly selected food levels: *ad libitum*, 30% and 60% of food restriction. Diet offered and remains were daily quantified and calculated daily dry matter and nutrients intake. For particle size analysis the sample was stored in an automated set of sieves shaken for 10 min. Behavior assessing was used instantaneous scanning method each ten minutes, at intervals of 24 hours, repeated in three random days. In function of food level have difference on dry matter intake, which favored the largest remain amount to fed *ad libitum* animals, it was observed that food-restricted animals fed the most of what was available; causing that diminished its selectivity. And unlike expected, fed *ad libitum* animals showed no selection standard to protein than the other animals. There was influence of food restriction level on particle size selection profile, demonstrating that animals with higher restriction levels had a preference for selecting smaller particles, allowing a greater percentage of remain particles larger than 2.0 mm, and consuming higher proportion of particles up to 0.5 mm, similar behavior was observed for females. It was observed that animals submitted to food restriction and females ruminate less and spend less time lying down, and more with stereotypical behavior. Food restriction alters natural goats feeding behavior, causing more accept of food available in the trough. Like, influence the time spent on unproductive activities (agonistic and stereotypic behavior), causing more anxious in the animals and worsen body energy loss, accentuating production losses.

Key words: feed intake, fiber, particle size, restriction, spent time

1. Introdução

O hábito alimentar dos caprinos é condicionado por um comportamento intrínseco à espécie, e segundo AGUIRRE (1986) está ligado a uma série de fatores que envolvem a natureza da dieta, a forma do alimento oferecido, as qualidades organolépticas e a presença ou ausência de fatores anti-nutricionais, como também o tamanho do corpo dos animais e a capacidade do trato digestivo.

De acordo com SANTOS (1994), quando é permitido ao animal o máximo de seleção, o valor nutritivo do alimento ingerido tende a ser maior, assim como a quantidade ingerida, afetando positivamente o desempenho.

Em dietas com tamanhos de partículas e densidade física heterogênea entre os ingredientes pode ocorrer segregação no momento da mistura, no transporte e pela ação dos animais, que revolvem a dieta para selecionar alimento (SILVA et al., 1996).

Dessa forma, a determinação do tamanho da partícula pela granulometria pode ser usada no estudo do hábito seletivo dos animais durante a alimentação e está diretamente relacionada à quantidade de alimento disponível, podendo alterar o perfil de consumo dos animais e com isso influenciar, positiva ou negativamente, seu desempenho.

No entanto, existem níveis adequados de sobra para estimular o maior consumo e evitar desperdícios desnecessários, e com isso obter maior desempenho dos animais. Da mesma forma, existem níveis de restrição alimentar aceitáveis para não prejudicar o bem estar e o desenvolvimento dos mesmos. Nos estudos desenvolvidos por YAÑES et al. (2009), não houve diferenças entre os níveis alimentares de 0 e 30% de restrição no desempenho dos animais e no rendimento de cortes, o que levou os autores a sugerirem que uma restrição alimentar moderada poderia reduzir os custos de produção sem comprometer a qualidade da carcaça.

No entanto, tanto em confinamento como em outros sistemas de produção a busca constante é pelo aumento na eficiência produtiva e para a redução dos custos (QUINTILIANO & PARANHOS DA COSTA, 2007). Em geral na busca pela máxima

produtividade tem se dado mais atenção à nutrição, melhoramento e reprodução, esquecendo-se de aspectos essenciais que envolvem o comportamento e fisiologia dos animais (PARANHOS DA COSTA et al., 2002).

A restrição alimentar, o confinamento e o contato com animais de outro sexo, são fatores que podem contribuir para alterações de comportamento dos animais, determinando maior ou menor gasto energético para manutenção e até mesmo desvio da energia de ganho para adaptação ao ambiente ou para enfrentar essas inadequações. Quando em confinamento, os caprinos mantêm a maioria das características de comportamento dos animais em pastejo, mas em estabulação a oferta de alimentos em quantidade e/ou frequência limitada faz com que existam alterações no comportamento dos animais, resultando em maior agitação, maior índice de agressão e menor ingestão de alimentos (SANTOS, 1994), o que pode interferir no desempenho destes animais.

Atualmente existem poucos trabalhos científicos sobre o comportamento e seletividade de caprinos, principalmente em confinamento, visto que em sua maioria esta espécie ainda é produzida extensivamente. No entanto, com aumento da demanda por produtos de origem caprina, dado o seu diferencial de qualidade tanto para leite quanto para carne, faz-se necessário maior conhecimento sobre o hábito alimentar destes animais e sobre sua capacidade seletiva, tendo em vista a melhoria dos sistemas produtivos atuais.

Como uma tentativa de complementar a literatura neste sentido, este trabalho foi elaborado com objetivo de estudar o efeito do hábito seletivo sobre a qualidade da dieta ingerida e também do efeito da restrição alimentar sobre a seletividade e comportamento de caprinos em confinamento.

2. Material e Métodos

O experimento foi realizado na UNESP, campus de Jaboticabal – SP, no Setor de Caprinocultura pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), localizada a 21° 15' 22' S e 48° 15' 58" W, altitude de 595 m, entre o período de abril de

2008 a agosto de 2009, em que foi observada variação de temperatura entre 24,6 e 31,6 °C e umidade relativa entre 21,5 e 68,2%, para mínima e máxima, respectivamente.

Foram utilizados 36 animais, dos quais 18 machos não castrados e 18 fêmeas, ambos da raça Saanen. Quando atingiram 30 kg de peso vivo, os animais foram alojados em baias individuais, com dimensão de 0,50 x 1,0 m, piso ripado elevado do solo e com acesso irrestrito a água.

A dieta foi balanceada de acordo com o NRC (2006), para atender as exigências nutricionais de animais com peso vivo entre 30 e 45 kg, para ganho diário de 250 gramas. O alimento foi oferecido sob forma de ração completa, constituída aproximadamente de 240 g de feno de Tifton e 760 g de concentrado por kg de matéria seca da dieta, conforme exposto na Tabela 1.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição bromatológica da dieta utilizada

Ingredientes	%MS ¹	EB (kcal/kg MS)	%MS				
			PB	EE	C	FDA	FDN
Feno Tifton	24,15	944,46	1,81	6,36	1,61	9,02	17,49
Milho	48,85	1996,40	3,89	1,04	0,66	1,93	7,91
Farelo Soja	13,97	613,96	6,54	0,83	0,81	0,98	1,88
Farelo Trigo	8,87	367,98	1,42	0,79	0,44	0,99	3,43
Calcário calcítico	1,59	-	-	-	1,54	-	-
Cloreto amônio	1,14	-	-	-	1,02	-	-
Sal	0,45	-	-	-	0,40	-	-
Suplemento mineral ²	0,42	-	0,003	-	0,32	0,01	0,11
Bicarbonato de sódio	0,45	-	-	-	0,41	-	-
Total	100,00	3922,80	13,68	9,07	7,25	12,95	30,83

¹MS – matéria seca, EB – energia bruta, PB - proteína bruta, EE - extrato etéreo, C – cinzas ou matéria mineral, FDN - fibra insolúvel em detergente neutro, FDA – fibra insolúvel em detergente ácido.

²Composição do suplemento mineral em kg: 190 g cálcio, 73 g de fósforo, 44 g de magnésio, 62 g de sódio, 92 g de cloro, 30 g de enxofre, 1350 mg de zinco, 34 mg de cobre, 940 mg de manganês, 1064 mg de ferro, 3 mg de cobalto, 16 mg de iodo, 18 mg de selênio, 730 mg de flúor.

Depois de adaptados a dieta, os animais foram subdivididos em grupos de três, e dentro dos grupos foram sorteados os níveis alimentares: *ad libitum*, 30% e 60% de restrição.

A dieta experimental foi fornecida diariamente e teve o consumo calculado pela diferença entre a quantidade fornecida e a sobra. A quantidade fornecida aos animais

submetidos à restrição foi calculada em função do consumo dos animais alimentados *ad libitum*, em cada grupo, para os quais foi permitida sobra de 15-20% sobre a matéria natural oferecida. A dieta foi fornecida duas vezes ao dia, pela manhã às 7h 30 min, e pela tarde às 16h 30 min, na forma de dieta total.

As sobras foram coletadas diariamente e armazenadas formando uma amostra composta a cada quinze dias, durante 60 dias de coleta. Posteriormente, as amostras foram processadas (pré-secas e moídas em moinho de facas) e armazenadas sob refrigeração (-18° C) para posterior análise.

As amostras dos ingredientes da dieta e das sobras de alimentos foram secas em estufa de circulação de ar forçado a 60 ± 5 °C por 72 h, até peso constante, foram trituradas em moinho tipo Wiley (Arthur H. Tomas Co., Philadelphia, PA) utilizando peneira com crivos de 1 mm. As amostras foram analisadas segundo AOAC (2007) para determinar a matéria seca (MS) (estufa 105 °C, até atingirem peso constante, item 934.01), cinzas ou matéria mineral (MM) (combustão completa em um forno mufla a 600 °C por 6 h, item 934.01), teor de gordura (EE) (com base na perda de peso da amostra seca após extração com éter de petróleo em um aparelho de extração Soxhlet por 6 h, item 920.39), proteína (PB) (dosagem de nitrogênio pelo método micro-Kjeldahl, item 954.01). Também foi determinado o teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) com uso de amilase e sem sulfito (Van Soest et al., 1991), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) (Goering e Van Soest, 1970), e energia bruta (EB) usando bomba calorimétrica (Parr Instrument Co., Moline, IL).

Posteriormente foi calculado o consumo de matéria seca (CMS) e de cada fração dos nutrientes (CPB, CEE, CMM, CFDN, CFDA e CEB), em gramas e em proporção (%) ao consumo de matéria seca observado, assim como a relação entre o consumo de cada fração de nutriente com quantidade de cada um na dieta oferecida (R_PB, R_EE, R_MM, R_FDN, R_FDA e R_EB).

As análises de granulometria foram efetuadas segundo a metodologia do COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTOS ANIMAIS (1998), sendo pesados 200g da amostra pré-seca, que foi acondicionada em um conjunto de peneiras automáticas de peso conhecido, permanecendo em agitação por 10 minutos. Em seguida, as amostras

foram pesadas, subtraindo-se o valor do peso das peneiras. Foram utilizadas seis peneiras com os seguintes tyler: 9, 11, 14, 32, 115, 250; o que representa: 3,35; 2,00; 1,19; 0,50; 0,125; 0,063 mm e fundo, onde se alojavam as partículas inferiores a 0,063 mm, em forma de pó. Também foi calculada a fibra fisicamente efetiva (FDN_{pe}) de acordo com a metodologia proposta por MERTENS (1997), calculada por uma multiplicação simples da concentração de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN, em % MS) do alimento e a porcentagem de partículas retidas em peneiras maiores que 1,18 mm, no entanto, houve uma adaptação da metodologia, com substituição da peneira 1,18 mm por outra de 1,19 mm.

Como a restrição alimentar, a seletividade e a porcentagem de fibra fisicamente efetiva ingerida poderiam alterar o comportamento dos animais, foram realizadas observações desse comportamento, com o objetivo de identificar possíveis alterações. A amostragem utilizada na observação dos animais foi realizada visualmente pelo método de varredura instantânea em intervalos de dez minutos, utilizando-se a metodologia proposta por JONHSON & COMBS (1991), adaptada para um período de 24 horas, repetidos em três dias ao acaso.

As observações foram iniciadas às 6 horas da manhã de um dia até às 6 horas da manhã seguinte. O galpão foi mantido com a menor quantidade de iluminação artificial possível à noite, durante todo o período experimental. As variáveis comportamentais observadas foram: comendo, ruminando e ócio, além das interações sob a forma de comportamento agonístico (interações entre animais) e estereotipado (comportamentos estranhos, relacionados ao estresse); que foram ainda avaliadas de acordo com a postura do animal em pé ou deitado, para que se pudesse julgar a agitação dos animais e demanda energética despendida por estes animais ainda que presos em suas baias.

Durante as observações foi também registrado, continuamente, o ato de beber água (avaliado como um evento separado), sendo medida a frequência dos animais no cocho de água.

Para avaliar o efeito da seletividade e da restrição sobre o desempenho dos animais foram avaliados os pesos e o ganho de peso dos animais em cada grupo, durante o período experimental.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (grupos) com o efeito da condição nutricional (0, 30 e 60 % de restrição) e do sexo (machos e fêmeas), que foram avaliadas em esquema fatorial 3 x 2. As variáveis foram avaliadas por análise de variância pelo PROC MIXED (SAS Inst. Inc., Cary, NC) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), pelo programa estatístico SAS, 9.0 (2002).

3. Resultados e Discussão

A quantidade da dieta oferecida e a composição das sobras de cocho dos animais, em função do nível alimentar e do sexo, são apresentadas na Tabela 2.

Tendo em vista o fato de haver sido fornecida a mesma formulação de dieta aos animais, não houve diferença na proporção dos nutrientes no alimento oferecido, apenas nas quantidades oferecidas, o que era esperado em função do nível nutricional a que estavam submetidos.

Observando-se as sobras pode-se notar que da mesma maneira, houve diferença na quantidade de alimento rejeitado, em função do nível nutricional, havendo maior quantidade de sobras para os animais submetidos à alimentação *ad libitum* (Tabela 2).

Tabela 2. Quantidade da dieta oferecida e composição bromatológica das sobras (médias/dia), de acordo com o nível de restrição e o sexo

Variável ¹	Médias	Nível de Restrição			Sexo		P ²	
		0%	30%	60%	Macho	Fêmea		NR
OFERECIDO								
MN/DIA (kg)	1,01	1,66a	0,87b	0,50c	1,07	0,95	0,0001	0,0750
MS (g)	878,08	1441,75a	758,68b	433,80c	930,08	826,10	0,0001	0,0750
PB (g)	120,12	197,24a	103,79b	59,34c	127,23	113,01	0,0001	0,0750
EE (g)	24,66	40,49a	21,30b	12,18c	26,12	23,20	0,0001	0,0750
MM (g)	63,66	104,53a	55,00b	31,45c	67,43	59,89	0,0001	0,0750
FDA (g)	113,42	186,71a	98,24b	56,11c	120,45	106,98	0,0001	0,0750
FDN (g)	270,71	444,50a	233,90b	133,74c	286,74	254,70	0,0001	0,0750
EB (kcal)	3444,56	5655,80a	2976,15b	1701,72c	3648,51	3240,61	0,0001	0,0750
SOBRAS								
MN_DIA (g)	171,82	432,73a	63,59b	18,95c	185,64	157,88	0,0001	0,2519
MS (g)	144,08	362,97a	53,55b	15,23c	156,63	131,21	0,0001	0,2207
MS (%)	82,80	83,85	79,33	85,23	81,42	84,19	0,1509	0,2777
PB (g)	20,62	51,30a	8,34b	2,09c	22,33	18,83	0,0001	0,2640
PB (%)	14,48	14,12	14,95	14,33	14,57	14,36	0,1300	0,4158
EE (g)	3,76	9,49a	1,44b	0,31c	4,30a	3,19b	0,0001	0,0300
EE (%)	2,55	2,61a	2,66a	2,40b	2,68a	2,43b	0,0120	0,0160
MM (g)	13,09	32,27a	5,44b	1,32c	12,88	13,15	0,0001	0,9120
MM (%)	9,43	8,94	9,41	9,94	8,67b	10,19a	0,8600	0,0437
FDA (g)	14,03	36,94a	3,90b	1,26c	15,68	12,39	0,0001	0,1290
FDA (%)	9,29	10,26	8,16	9,50	9,91	8,70	0,1560	0,1783
FDN (g)	35,67	93,47a	10,05b	3,44c	40,43	30,87	0,0001	0,0903
FDN (%)	23,35	25,53	21,66	22,87	24,92	21,79	0,2894	0,1318
EB (kcal)	561,35	1381,66a	218,35b	84,04c	620,20	502,51	0,0001	0,2694
EB (kcal/kg)	3666,16	3746,10	3629,64	3622,75	3720,86a	3611,47b	0,0591	0,0224

¹(g) = Quantidade oferecida em gramas; (%) = quantidade oferecida em relação a matéria seca oferecida, MN = matéria natural, MS = matéria seca, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, MM = matéria mineral ou cinzas, FDA = fibra em detergente ácido, FDN = fibra em detergente neutro, EB = energia bruta.

²P – Nível de significância. Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Apesar disso, quando foi observada a composição da sobra, a diferença permaneceu apenas para a fração de extrato etéreo em função do nível alimentar e do sexo, e para a fração de matéria mineral em função do sexo. O que pode ser justificado pela maior busca dos animais submetidos ao maior nível de restrição, pelas porções de maior energia da dieta, fazendo com que houvesse menor porcentagem de extrato etéreo nas sobras. Mesmo raciocínio pode ser extrapolado às fêmeas, que apresentaram consumo similar aos machos, mas que em contrapartida apresentavam maior demanda energética, já que despendiam mais energia em comportamentos estereotípicos e agonísticos (Tabela 5).

Da mesma maneira, houve maior porcentagem de matéria mineral nas sobras das fêmeas, o que pode ser explicado pelo fato de que a maior porcentagem das partículas rejeitadas por elas foram aquelas com granulometria menor que 0,12 mm (Tabela 4), combinando com a dos alimentos concentrados que coincidentemente apresentam maior teor de minerais em sua composição, além do suplemento mineral, que também fazia parte da dieta total.

Ao observar a composição da dieta oferecida e das sobras, nota-se que, os animais demonstraram seletividade, com aumento no consumo das frações de extrato etéreo, energia, fibra bruta, fibra insolúvel em detergente neutro e ácido; que tiveram suas porcentagens nas sobras diminuídas em relação à composição da dieta oferecida.

Na Tabela 3 são apresentados os dados de consumo efetivo de cada fração e a proporção do consumido em relação ao oferecido. Foram encontradas diferenças em função do tratamento, para quase todas as variáveis observadas, já que o nível alimentar dos animais era diferente.

De acordo com o esperado, os animais alimentados *ad libitum*, como tinham possibilidade de seleção, ingeriram frações da dieta de maior valor nutricional, elevando o consumo de extrato etéreo e energia, assim como de fibra bruta, fibra insolúvel em detergente neutro e ácido. Dessa forma, quando foi dada aos animais possibilidade de seleção, estes tiveram preferência pelo consumo das porções fibrosas e energéticas da dieta, em detrimento do consumo de matéria mineral.

Tabela 3. Consumo de cada fração de nutrientes, em gramas (g), em porcentagem da matéria seca (%) e em relação à porcentagem de cada fração oferecida (R), de acordo com o nível de restrição e o sexo

Variável ¹	Nível de Restrição			Sexo		CV	P ²			
	MÉDIA	0%	30%	60%	Macho		Fêmea	NR	S	
				CONSUMIDO						
CMS (g)	734,00	1078,20a	706,00b	417,81c	773,19	694,81	19,82	0,0001	0,1190	
R_MS	88,28	74,49b	93,58a	97,00a	87,99	88,72	20,07	0,0001	0,8758	
CPB (g)	99,49	145,75a	95,69b	57,03c	104,81	94,18	10,77	0,0001	0,1260	
CPB (%)	13,56	13,49	13,55	13,65	13,56	13,56	20,29	0,0756	0,9770	
R_PB	87,65	73,64b	92,73a	96,89a	87,41	88,09	18,65	0,0001	0,8700	
CEE (g)	20,90	30,96a	19,91b	11,82c	21,79	20,01	19,77	0,0001	0,2183	
CEE (%)	2,83	2,86a	2,82b	2,83b	2,81b	2,86a	24,27	0,0440	0,0100	
R_EE	89,12	76,08b	93,86a	97,71a	88,30	90,13	20,04	0,0001	0,5956	
CMM (g)	50,56	72,04a	49,95a	29,70b	54,41	46,72	5,85	0,0140	0,0580	
CMM (%)	6,94	6,64b	7,06a	7,13a	7,06a	6,82b	21,68	0,0002	0,0150	
R_MM	85,17	68,61c	91,49b	95,70a	86,16	84,37	32,51	0,0001	0,2803	
CFDA (g)	99,57	149,77a	94,34b	54,91c	104,76	94,58	9,90	0,0001	0,0930	
CFDA (%)	13,53	14,07a	13,39b	13,11b	13,47	13,57	9,81	0,0327	0,7500	
R_FDA	91,52	80,13b	96,49a	97,95a	90,80	92,25	7,65	0,0001	0,4543	
CFDN (g)	235,05	351,03a	223,84b	130,30c	246,31	223,81	49,65	0,0001	0,1213	
CFDN (%)	31,93	32,88a	31,75b	31,09b	31,69	32,12	70,12	0,0350	0,2720	
R_FDN	90,90	78,77	96,22	97,71	90,00	91,81	7,89	0,0001	0,1815	
CEB (kcal)	3194,81	5045,78a	2864,72b	1674,28c	3336,86	3057,99	35,70	0,0001	0,2462	
CEB (kcal/kg MS)	4262,78	4721,50a	4043,78b	4023,07b	4257,57	4268,00	19,82	0,0003	0,4248	
R_EB	94,52	88,58b	96,58a	98,40a	93,80	95,24	7,80	0,0001	0,1674	

¹CMS = consumo de matéria seca, CPB = consumo de proteína bruta, CEE = consumo de extrato etéreo, CMM = consumo de matéria mineral, CFDA = consumo de fibra insolúvel em detergente ácido, CFDN = consumo de fibra insolúvel em detergente neutro, CEB = consumo de energia bruta.

²P – Nível de significância. Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Nos estudos de BRANCO et al. (2011) com diferentes níveis de fibra na dieta de cabras leiteiras, o consumo de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) aumentou linearmente com o aumento dos níveis de FDN de forragem na dieta. No entanto, era esperado que o consumo de FDN do animal fosse constante até aproximadamente o ponto máximo de consumo de matéria seca, devido às limitações físicas do rúmen, fato que foi justificado pela qualidade da forragem utilizada. O que pode ser extrapolado para este experimento, já que os maiores consumos de fibra não limitaram a ingestão de energia pelos animais *ad libitum*.

A preferência desses animais também pode ter influenciado a maior ingestão de fibra, já que tiveram preferência por partículas mais grosseiras da dieta, o que pode ser visualizado extrapolando-se a informação advinda da granulometria das sobras, em que houve menor proporção de sobras retidas na peneira de número 2, que se refere à malha de 2,0 mm; do que se conclui que, como houve menor proporção nas sobras de partículas maiores que 2,0 mm, estas certamente foram consumidas pelos animais; conforme pode ser observado na Tabela 4. Contudo, diferente do esperado, o teor de proteína consumido pelos animais alimentados *ad libitum*, de 13,49% foi bem próximo ao oferecido na dieta de 13,68%, não apresentando diferença em relação aos animais dos grupos restritos; o que pode ser atribuído ao bom balanceamento e à apresentação homogênea da dieta.

Tabela 4. Granulometria das sobras dos animais em função do nível de restrição e do sexo

Variável ¹	Média	Nível de Restrição			Sexo		P ²	
		0%	30%	60%	Macho	Fêmea	NR	S
Pen 1	4,40	4,51	4,08	4,42	5,23	3,78	0,350	0,240
Pen 2	30,34	28,34b	28,76b	35,12a	26,30b	33,17a	0,034	0,039
Pen 3	19,53	19,83	19,04	19,71	20,16	18,89	0,970	0,680
Pen 4	26,00	28,72a	25,25b	22,04c	27,61	26,40	0,047	0,660
Pen 5	11,75	11,34	13,48	10,83	13,22	9,87	0,498	0,193
Pen 6	4,82	4,50	5,70	5,05	3,75b	5,09a	0,220	0,030
Fundo	0,54	0,41	0,69	0,51	0,52	0,56	0,456	0,823
FDNpe	16,86	16,31b	16,06b	18,35a	16,31b	17,29a	0,049	0,046

¹Pen1 = 3,35, Pen2= 2,00, Pen3= 1,19, Pen4= 0,50, Pen5=0,125, Pen6= 0,063 mm, FDNpe = fibra fisicamente eletiva, calculada de acordo com MERTENS (1997), com modificação da metodologia para peneira de 1,19 mm.

²P – Nível de significância. Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Concordando com o que havia sido observado nas sobras, em função do sexo foram observadas diferenças para consumo de matéria mineral e sua porcentagem de consumo em relação à matéria seca oferecida, sendo ingerida menor porcentagem dessas frações pelas fêmeas; e em contrapartida foi observada maior porcentagem de consumo de extrato etéreo.

Observando a relação entre a quantidade de nutrientes consumidos pela quantidade de nutrientes oferecidos, nota-se que para todos os nutrientes avaliados houve diferença entre os tratamentos, mostrando que os animais submetidos à restrição ingeriam maior porcentagem em relação ao oferecido, apontando que a restrição alimentar, alterou o comportamento ingestivo dos animais, fazendo com que diminuíssem sua seletividade, o que está de acordo com o reportado por RIBEIRO et al. (2009). No entanto, comportamento diferente foi observado nos estudos de RIBEIRO (2006) com caprinos das raças Moxotó e Canindé submetidos à alimentação à vontade e restrita, em que não houve influência do nível nutricional sobre comportamento ingestivo desses animais, o que pode ter ocorrido já que o maior nível de restrição utilizado foi de 30%, valor inferior aos 60% utilizados neste experimento.

CAVALCANTI et al. (2008) ao trabalharem com a espécie caprina e ovina observaram que os caprinos apresentaram alta capacidade para selecionar os ingredientes mais específicos da ração, e com isso modificar a proporção dos ingredientes da dieta. Assim, em seus estudos, houve aumento no consumo de proteína bruta da dieta de 8,75 para 12,21%, quando foi permitida aos animais a seleção do alimento, o que não foi observado neste experimento para proteína.

Os animais demonstraram comportamento seletivo frente ao tamanho das partículas do alimento independente do regime alimentar, o que era esperado pelo hábito característico da espécie.

Por outro lado, nos estudos de RIBEIRO et al. (2009), não houve influência da restrição alimentar sobre o perfil granulométrico de caprinos das raças Moxotó e Canindé em confinamento, variando apenas a quantidade do alimento rejeitado, diferente do observado neste experimento, em que foram observadas diferenças para

as partículas retidas nas peneiras 2 e 4 em função da restrição alimentar, com preferência das partículas maiores que 2,00 mm pelos animais alimentados *ad libitum* e com 30% de restrição; e preferência pelas partículas com tamanho entre 1,19 e 0,50 mm pelos animais submetidos a 60% de restrição (Tabela 4).

De acordo com o apresentado por RIBEIRO et al. (2009) a estratégia de seleção dos caprinos parece ser a escolha do alimento quando o conteúdo protéico e a digestibilidade são altos, de forma que essa capacidade seria melhor utilizada em condições de maior variabilidade na digestibilidade dos alimentos disponíveis, sendo mais vantajosa para os animais que seriam capazes de selecionar partes altamente digestíveis e rejeitar as de baixa qualidade. Neste experimento, no entanto, houve seleção dos animais, para as frações fibrosas e energéticas da dieta, e não para a fração protéica, o que pode ter sido minimizado pela qualidade da dieta oferecida.

Neste estudo, houve influência do nível de restrição alimentar sobre o perfil de seleção granulométrica dos animais, sendo observadas diferenças em função do tratamento para as partículas retidas na peneira de número 2 e 4 ou seja, de 2,0 e 0,5 mm; e em função do sexo para as partículas retidas nas peneiras 2 e 6 ou seja, de 2,0 e 0,063 mm, conforme pode ser observado na Tabela 4. Isso mostra que os animais submetidos ao maior nível de restrição tiveram preferência por selecionar partículas menores, permitindo maior porcentagem de sobra de partículas maiores que 2,0 mm, e consumindo maior proporção das partículas até 0,5 mm. Ao passo que as fêmeas não preferiram as partículas maiores que 2,0 mm e tampouco as menores que 0,12 mm.

Associando esta informação à composição da dieta, pode-se observar que os animais com alimentação restrita buscaram mais as partículas menores da dieta, que coincidem com aquelas formadas pelos alimentos concentrados. O que também pode ser extrapolado para as partículas menores que 0,5 ou 0,12 mm, pois por serem muito pequenas poderiam ter acumulado nas bordas do cocho dificultando assim o acesso aos animais, o que pode explicar também o fato das fêmeas terem apresentado maior porcentagem de matéria mineral nas sobras, já que os alimentos concentrados e o suplemento mineral utilizado apresentavam menor granulometria.

Esta informação esta de acordo com o observado por BARRETO et al. (2011), posto que em seus estudos os animais das raças Moxotó e Canindé, tiveram preferência pelas partículas menores da dieta, independente de seu nível energético.

O que corrobora também, com as observações de SILVA et al. (1996), de que em dietas compostas por ingredientes com tamanho de partícula e densidade física heterogêneos entre si, pode ocorrer segregação no momento da mistura, em decorrência do transporte do alimento e da ação dos animais em revirar a ração no cocho com o focinho, para facilitar a ingestão seletiva. Além disso, podem ocorrer perdas de ingredientes concentrados, devido à dificuldade dos animais em ingerir ou acessar as partículas menores.

Apesar disso, como o tamanho das partículas consumidas varia com a capacidade seletiva de cada espécie animal e visa atender suas necessidades nutricionais, os valores de FDN_{pe} ingeridos pelos animais do maior nível de restrição e pelas fêmeas foram inferiores aos ingeridos pelos outros animais; o que também contribuiu para que apresentassem menor tempo de ruminação (Tabela 5).

De acordo com SANTOS (1994), quando é permitido ao animal o máximo de seleção, o valor nutritivo do alimento ingerido tende a ser maior, assim como a quantidade ingerida e, conseqüentemente, o desempenho. Porém, o fator custo pode gerar prejuízo ao produtor, ao passo que a seletividade proporciona maiores custos com sobras, o que corrobora o observado por SILVA et al. (1999) em uma pesquisa semelhante sobre a influência do hábito seletivo de caprinos na composição química do ingerido e das sobras.

Na Tabela 5 são apresentados os resultados obtidos da somatória do tempo total despendido nas atividades durante os dias de observação, em função do grupo alimentar e do sexo.

Tabela 5. Tempo despendido, em minutos, nas atividades observadas e frequência de consumo de água dos animais em função do nível de restrição alimentar e do sexo

Variáveis	Média	Nível de Restrição			Sexo		P ¹	
		<i>Ad libitum</i>	30% restrição	60% restrição	Macho	Fêmea		NR
Comendo	90,22	98,71	88,33	83,61	85,25	95,18	0,1879	0,1486
Ruminando	211,02	259,45a	206,11b	167,50c	235,37a	186,67b	0,0003	0,0048
Agonístico	42,40	40,83	43,05	43,33	33,33b	51,48a	0,9137	0,0020
Estereotipado	138,12	89,65c	139,72b	185,00a	112,92b	163,33a	0,0011	0,0110
Ócio	958,34	951,68	962,78	960,55	973,34	943,33	0,9004	0,1628
Deitado	888,22	941,05a	874,44ab	849,17b	926,63a	849,82b	0,0014	0,0004
Em pé	550,67	497,84b	564,44ab	589,72a	512,26b	589,07a	0,0014	0,0004
Freq_água/dia	5,00	5,16	4,58	5,25	5,16	4,83	0,6787	0,6224

¹P – Nível de significância. Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Foi observada diferença em função do nível alimentar para o tempo despendido nas atividades de ruminção, com comportamento estereotípico, e no tempo que os animais passaram em pé ou deitados. Em função do sexo, as diferenças foram para as mesmas variáveis incluindo ainda o tempo gasto com comportamento agonístico. Isso mostra que independente da condição nutricional os machos se mostraram mais tranquilos, despendendo mais tempo ruminando, ou simplesmente deitados; enquanto as fêmeas apresentaram maior gasto de tempo em comportamentos não produtivos, que ainda agravaram sua demanda energética, culminando em maiores perdas de peso durante o período experimental (Tabela 6).

Era esperado que os animais submetidos a restrição alimentar ingerissem o alimento oferecido mais rapidamente que os animais com alimentação *ad libitum*, comportamento que não pode ser observado. Isso pode ser justificado pelo fato de que os animais restritos pudessem ter permanecido mais tempo, em posição de consumo, tentando alcançar as porções menores da dieta, que por ventura tivessem segregado e se alojado nas laterais e cantos dos cochos, possivelmente gerando um confundimento para os observadores no momento da coleta dos dados.

Ruminantes devem consumir diariamente quantidades mínimas de fibra para estimular a mastigação, manter o fluxo de saliva e um ambiente ruminal favorável ao desenvolvimento dos microorganismos responsáveis pela digestão dos carboidratos fibrosos. Vários fatores podem afetar a concentração de fibra das dietas, incluindo o tipo do carboidrato, a porcentagem de fibra proveniente de forragens, e o tamanho da partícula (NUSSIO et al., 2006). E quanto menor o tamanho das partículas do alimento, maior seu contato com o líquido ruminal e mais fácil acesso pelos microorganismos do rúmen, o que favorece a fermentação e a absorção, o que pode afetar diretamente o comportamento dos animais, com redução no tempo despendido para mastigação e ruminção; o que também pode ser observado neste experimento.

Essas observações confirmam o fato de que os animais submetidos à restrição alimentar ruminam menos e permanecem menos tempo deitados, passando maior parte do tempo em pé e com comportamentos estereotípicos. Ao passo que as fêmeas,

ruminam menos e passam mais tempo em pé, e com atividades agonísticas e estereotípicas.

Considerando que a taxa de fermentação é uma propriedade inerente ao alimento, enquanto a taxa de passagem pode ser regulada pela ingestão de alimento, pelo processamento ou pelo tamanho da partícula e pelo tipo de alimento que está sendo consumido (RUSSELL et al., 1992), pode-se concluir que os animais sob restrição, por ingerirem menor quantidade de alimento, apresentaram menor tempo com ruminação, o que também foi influenciado pela granulometria da partícula, já que esses animais, assim como as fêmeas mostraram preferência pelas partículas menores da dieta, consumindo dessa forma menor quantidade de FDNpe.

Fato que pode ter gerado uma dificuldade do animal em lidar fisiologicamente com as proporções mais elevadas de concentrado ingeridas, uma vez que a estabilidade do ambiente ruminal poderia ter ficado prejudicada, culminando na redução do tempo gasto com ruminação, contribuindo com menor tamponamento do rúmen levando a maior variação de pH, o que está de acordo com o citado por BRANCO et al. (2011); que pode ainda ter provocado uma queda no consumo desses animais, posto que, devido à elevada restrição alimentar a que estavam submetidos não deveriam apresentar quantidade representativa de sobras.

Nos estudos de BEZERRA et al. (2004) a análise dos dados revelou efeito do perfil granulométrico da dieta sobre o tempo médio de retenção das partículas dietéticas. O maior tempo de permanência foi observado na dieta com maior proporção de partículas mais grosseiras, verificando-se que as partículas da dieta com menor perfil granulométrico permaneceram por tempo menor no trato gastrointestinal, o que também parece estar de acordo com o observado neste experimento.

As observações na ingestão de FDNpe estão de acordo com os resultados obtidos na avaliação das sobras, já que os animais alimentados *ad libitum* mostraram preferência pelas partículas maiores da dieta, que deveriam ser constituídas pelas porções mais fibrosas, apresentado desta forma maior ingestão de FDNpe, e com isso maior tempo de ruminação; fato que também pode ser extrapolado para os machos.

Esta informação está de acordo com DIXON & MILLIGAN (1985) que verificaram que a velocidade do fluxo da digesta no trato gastrointestinal de ovinos pode ser influenciada pelo tamanho e pela densidade da partícula de feno, com maior tempo de permanência associado às dietas que apresentavam maior tamanho da partícula e menor densidade.

Como em função do tratamento os animais tinham acesso a diferentes quantidades de alimento, havia um menor aporte de nutrientes para aqueles submetidos à restrição alimentar, e em função dessa menor alimentação, esses animais tiveram seu comportamento alterado, havendo maior inquietação justamente daqueles submetidos ao menor nível nutricional, e das fêmeas; sendo possível prever, que o desempenho desses animais foi ainda mais prejudicado, pelo aumento da demanda para essas atividades, conforme apresentado na Tabela 6.

Apesar do pequeno tempo utilizado para a realização deste experimento, pode-se observar que a restrição alimentar de 60%, é muito severa aos animais, podendo neste caso estar abaixo das exigências mínimas para manutenção, não devendo, portanto, ser utilizado.

Tabela 6. Peso inicial e final dos animais durante o período do experimento e ganho de peso médio dos animais em função do nível de restrição e do sexo

Variável ¹	Nível de Restrição			Sexo		CV	P ²	
	<i>Ad libitum</i>	30%	60%	Macho	Fêmea		NR	S
Peso inicial (kg)	29,95	29,25	29,25	29,50	29,35	1,94	0,8465	0,7648
Peso final (kg)	35,97a	32,48b	27,54c	33,33a	30,53b	7,96	0,0001	0,0037
GP (kg)	6,02a	3,23b	-1,71c	3,83a	1,18b	20,70	0,0001	0,0001

¹Peso = peso dos animais ao início do experimento, GP = ganho de peso.

CV – coeficiente de variação.

P² - Nível de significância. Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Nos estudos de TEIXEIRA (2004), FERNANDES (2006) e de YAÑES et al. (2009) foram utilizadas restrições alimentares idênticas às utilizadas neste estudo, e o mesmo comportamento não foi observado, talvez pelo fato de em seus estudos terem sido utilizados animais mestiços Boer, que talvez tivessem uma exigência de manutenção menor. No entanto, a perda de peso observada pode ser decorrente da maior atividade nos animais submetidos aos maiores níveis de restrição,

fazendo com que esses animais além de ingerirem menor quantidade de alimento, ainda tivessem maiores demandas energéticas para suas atividades, culminando em maior perda de peso. O que pode haver sido agravado ainda, pela limitada ingestão desses animais e das fêmeas, de partículas com maior efetividade de fibra, o que poderia ter resultado em prejuízos para as funções ruminais.

4. Conclusões

A restrição alimentar altera o comportamento ingestivo natural dos caprinos, fazendo com que passem a aceitar a maior parte do alimento disponibilizado no cocho; e da mesma forma que o sexo, a restrição alimentar também influencia o tamanho de partícula selecionada, sendo preferidas partículas menores do alimento, que são também as de maior valor energético, limitando a ingestão das porções fibrosas. Além disso, a restrição alimentar e o sexo também influenciam o tempo despendido com atividades não produtivas (comportamento estereotípico e agonístico), fazendo com que os animais se tornem mais inquietos e com isso agravem a perda energética do organismo, aumentando suas perdas produtivas. As fêmeas, de maneira geral, apresentam comportamento social maior que os machos.

5. Referências

AGUIRRE, S. I. A. **Producción de caprinos**. 1. ed. Mexico: AGT, 1986. 695 p.

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

- BARRETO, L.M.G.; MEDEIROS, A.N.; BATISTA, A.M.V. et al. Comportamento ingestivo de caprinos das raças Moxotó e Canindé em confinamento recebendo dois níveis de energia na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.40, n.4, p.834-842, 2011.
- BEZERRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; BEZERRA, A.R.G.F. et al. Perfil granulométrico da fibra dietética sobre o tempo médio de retenção e a digestibilidade aparente de dietas para vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.33, n.6, p.2378-2386, 2004.
- BRANCO, R.H.; RODRIGUES, M.T.; SILVA, M.M.C. et al. Desempenho de cabras em lactação alimentadas com dietas com diferentes níveis de fibra oriunda de forragem com maturidade avançada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.40, n.5, p.1061-1071, 2011.
- CAVALCANTI, M.C.A; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; et al. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus indica* Mill) e palma orelha de elefante (*Opuntia sp*). **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v.30, n.2, p.173-179, 2008.
- COMPENDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. São Paulo: Sindirações / Anfal. Campinas: CBNA/SDR/MA, 1998. 371p.
- DIXON, R.M.; MILLIGAN, L.P. Removal of digesta components from the rumen of steers determined by sieving techniques and fluid, particulate and microbial markers. **British Journal of Nutrition**, London, v.53, n.2, p.347-362, 1985.
- FERNANDES, M.H.M.R. **Composição corporal e exigências nutricionais em proteína, energia e macro minerais de cabritos com constituição genética ¾ Boer e ¼ Saanen**. 2006. 100f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analyses: apparatus, reagents, procedures and some applications**. Washington, D.C: United States Department of Agriculture, 1970. 20 p. (Agricultural handbook, 379).

JOHNSON, T. R.; COMBS, D. K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, Savoy, IL, v.74, n. 3, p. 933-944, 1991.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, IL, n.80, p.1463, 1997.

NRC. Nutrient Requirements Council. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. Sheep, goat, cervids and new world camelids. Washington, D.C. 2006. 362p.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.B.; PIRES, A.V.; OLVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. 1.ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; COSTA E SILVA, E.V.; CHIQUITELLI NETO, M.; et al. Contribuição dos estudos de comportamento de bovinos para implementação de programas de qualidade de carne. In: Encontro Anual de Etologia, 20, 2002, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Etologia, 2002, p.71-89.

QUINTILIANO, M.H.; PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Manejo racional de bovinos de corte em confinamento: Produtividade e Bem estar animal. In: IV SINEBOV, 2006, Seropédica. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro. CD-ROM.

RIBEIRO, V.L. **Comportamento ingestivo de caprinos Moxotó e Canindé submetidos à alimentação a vontade e restrita**. 2006. 41f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

RIBEIRO, V. L.; BATISTA, A. M. V.; CARVALHO, F. F. R. et al. Seletividade e composição da dieta ingerida por caprinos recebendo alimentação à vontade e restrita. **Revista Brasileira de Ciência Agrária**, Recife, v.4, n.1, p.91-94, 2009.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, Savoy, IL, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.

SANTOS, L.E. Hábitos e manejo alimentar de caprinos. In: Encontro Nacional para o desenvolvimento da espécie caprina, 3, 1994, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 1994, p.1-27.

SAS. Statistics analysis systems institute. **User's guide**. North Caroline: SAS Institute Inc. 2002.

SILVA, J.H.U.; CAMPOS, J.; RODRIGUES, M.T. et al. Seleção de ração por cabras em confinamento. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.237-239.

SILVA, J.H.V.; RODRIGUES, M.T.; CAMPOS, J. Influencia da seleção sobre qualidade da dieta ingerida por caprinos com feno oferecido em excesso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.28, n.6, p.1419-1423, 1999.

TEIXEIRA, I.A.M.A. **Métodos de estimativa da composição corporal e exigências nutricionais de cabritos F1 Boer x Saanen**. 2004. 93f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

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**, Savoy, IL, v.74, p. 3583-3590, 1991.

YAÑES, E.A.; RESENDE, K.T.; FERREIRA, A.C.D. et al. Relative development of tissues, commercial meat cuts and live weight components in Saanen goats. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, n.2, v.38, p.366-373, 2009.

CAPÍTULO V

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As equações encontradas para estimativa das exigências de manutenção em proteína, energia e minerais para caprinos Saanen, com peso entre 30 e 45 kg de peso vivo, poderão colaborar com os estudos de exigências nutricionais de caprinos. No entanto, este deve ser o primeiro de muitos, que ainda deverão ser realizados, com animais desta mesma raça e de outras, para total validação dos valores encontrados.

Para as equações de estimativa das exigências nutricionais em minerais, não foi observado bom ajuste em relação aos dados obtidos, mostrando que mesmo quando realizados com cautela, quando se trata de minerais talvez a melhor metodologia não seja o abate comparativo, principalmente em relação aos micro minerais.

São necessários mais estudos, com relação às exigências nutricionais, uma vez que sofrem efeito de inúmeros fatores, dentre eles: o estágio fisiológico, raça e fatores ambientais. Tendo em vista a continuidade das linhas de pesquisa neste tema, em breve será possível a elaboração de tabelas de exigências nutricionais de caprinos, próprios para o Brasil, e quem sabe para cada região brasileira.

A respeito da seletividade caprina, é imprescindível que se respeite o hábito seletivo intrínseco desses animais, propiciando dessa forma o atendimento às demandas comportamentais da espécie, de maneira a não limitar sua produtividade.

Finalmente, pode-se afirmar que este estudo atingiu seus objetivos, pois trouxe importantes informações sobre o comportamento seletivo e a respeito das exigências nutricionais de caprinos, criados em nossas condições.