

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA E ENERGIADA CAPRINOS DE
DIFERENTES CATEGORIAS SEXUAIS DOS 30 AOS 45 kg
DE MASSA CORPORAL**

Amélia Katiane de Almeida

Zootecnista

2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA E ENERGIA DE CAPRINOS DE
DIFERENTES CATEGORIAS SEXUAIS DOS 30 AOS 45 kg DE
MASSA CORPORAL**

Amélia Katiane de Almeida

Orientador: Prof. Dr. Kléber Tomás de Resende

Co-orientadores: Dra. Marcia Helena Machado da Rocha Fernandes

Prof. Dr. Normand St-Pierre

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.

2013

A447e Almeida, Amélia Katiane de
Exigências de proteína e energia de caprinos de diferentes
categorias sexuais dos 30 aos 45 kg de massa corporal / Amélia
Katiane de Almeida. -- Jaboticabal, 2013
xviii, 94 p. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013

Orientador: Kleber Tomás de Resende

Coorientador: Marcia Helena Machado da Rocha Fernandes,
Normand St-Pierre

Banca examinadora: Irides Ferreira Furusho Garcia, Marcelo
Teixeira Rodrigues, Jane Maria Bertocco Ezequiel, Izabelle
Auxiliadora Molina de Almeida Teixeira.

Bibliografia

1. Abate comparativo. 2. Composição corporal. 3. Eficiência. 4.
Método fatorial. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.3:636.084

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA DE ENERGIA DE CAPRINOS DE DIFERENTES CATEGORIAS SEXUAIS DOS 30 AOS 45 KG DE MASSA CORPORAL

AUTORA: AMÉLIA KATIANE DE ALMEIDA

ORIENTADOR: Prof. Dr. KLEBER TOMAS DE RESENDE

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. NORMAND R. ST-PIERRE

CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. MÁRCIA HELENA MACHADO DA ROCHA FERNANDES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA , pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. KLEBER TOMAS DE RESENDE

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Profa. Dra. IZABELLE AUXILIADORA M. DE ALMEIDA TEIXEIRA

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Profa. Dra. JANE MARIA BERTOCCO EZEQUIEL

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. MARCELO TEIXEIRA RODRIGUES

Universidade Federal de Viçosa / Viçosa/MG



Profa. Dra. IRAIDES FERREIRA FURUSHO GARCIA

Universidade Federal de Lavras / Lavras/MG

Data da realização: 25 de novembro de 2013.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

AMÉLIA KATIANE DE ALMEIDA – filha de Antônio Vicente de Almeida e Maria Aparecida Campos Chauvet, nascida em Diamantina, Minas Gerais, no dia 20 de Janeiro de 1985. Em março de 2003, iniciou o Curso de Graduação em Zootecnia, na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Campus de Diamantina, onde foi bolsista de Iniciação Científica da FAPEMIG, com orientação da Profa. Dra. Iraides Ferreira Furusho Garcia, graduando-se em agosto de 2007. Em março de 2008, ingressou na Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, Área de Concentração em Produção Animal, na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Campus de Diamantina, onde foi bolsista FAPEMIG, com orientação do Profa. Dra. Iraides Ferreira Furusho Garcia, defendendo dissertação em fevereiro de 2010. Em março de 2010, iniciou o Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp - Campus de Jaboticabal, onde foi bolsista FAPESP, com orientação do Prof. Dr. Kléber Tomás de Resende. Durante o doutorado, fez estágio na The Ohio State University, Columbus, Ohio, Estados Unidos, sob a orientação do Prof. Dr. Normand St-Pierre.

We don't see things as they are; we see them as we are."

Anais Nin

DEDICO

Aos meus pais,

Xavier Chauvet e Maria Aparecida Campos Chauvet, pelo **amor**.

Aos meus irmãos,

Renê, Aline, Renildo e Angélica por todo apoio e amizade.

Ao meu sobrinho,

Bernardo Campos Queiroz, pela alegria que trouxe a minha vida.

Aos meus padrinhos,

Leonídia Rocha Campos e René Chené.

Amo vocês!

OFEREÇO

À Maria minha mãezinha, uma visionária que investiu todos seus recursos na minha educação e de meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é o fruto de trabalho, dedicação e representa a conclusão de uma fase de intenso desenvolvimento profissional e, principalmente, pessoal.

A Deus, pelo dom da vida.

Ao professor Kleber Tomás de Resende, pelos ensinamentos e a confiança de apostar em mim sem nem mesmo me conhecer.

Aos meus co-orientadores: Dra. Márcia Helena Machado da Rocha Fernandes e Prof. Dr. Normand St-Pierre, pelas sugestões imprescindíveis.

A UNESP, a acolhida e oportunidade da realização dos meus estudos.

A FAPESP, pelo financiamento da pesquisa e concessão de bolsas.

Aos professores, Izabelle Teixeira, Ricardo Reis, Nilva Sakomura e Luciano Hauschild pelas valiosas sugestões e observações no exame de qualificação.

A professora Izabelle e Edilene pela paciência em me mostrar o caminho do autoconhecimento

Aos professores, Dr. Marcelo Teixeira Rodrigues, Dr^a. Iraides Ferreira Furusho Garcia, Dr^a. Jane Maria Bertocco Ezequiel, Dr^a. Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida Teixeira e Dra. Márcia Helena Machado da Rocha Fernandes, as sugestões dadas, as quais enriqueceram esta tese.

Aos amigos da Cabritolândia: pela honestidade, respeito e colaboração nestes quatro anos, aprendi muito com vocês.

Aos meus companheiros de experimento: Simone, Diogo, Luanna e Evandro. Foi intenso nosso convívio, obrigada por me ensinar a ser uma pessoa melhor.

A todos estagiários que em algum momento ajudaram na realização deste projeto.

Aos funcionários: Carlos e Junior a ajuda no setor.

Aos amigos: Diogo, Josi, Isabela, Matt, Paige, Mike, Josie, Danny, Shirron, Getulio, André e Bo por tornar essa jornada mais leve e agradável.

Aos amigos Cintia, Natália, Tharcilla, Kamila e Valéria, longe ou perto, a coragem de permanecer ao meu lado, sempre. *“Amo vocês!”*

I'd like to thank Prof Dr. St-Pierre, who supervised me at Ohio State, inspires me and taught me valuable lessons for life! And also, Dr. Wick and Dr. Firkins for their time, patience, and pleasant disposition for teaching.

A minha família, por sempre estar presente.

LISTA DE ABREVIATURAS

CMS	Consumo de matéria seca
EL	Energia líquida
EL _g	Energia líquida para ganho
EL _m	Energia líquida para manutenção
EM	Energia metabolizável
EM _g	Energia metabolizável para ganho
EM _m	Energia metabolizável para manutenção
ER	Energia retida
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
GH	Hormônio de crescimento
GPD	Ganho de massa diária
CEM	Consumo de energia metabolizável
k _g	Eficiência de uso da EL _g
k _m	Eficiência de uso da EL _m
k _{p_g}	Eficiência de uso da PL _g
k _{p_m}	Eficiência de uso da PL _m
MS	Matéria seca
PB	Proteína bruta
PC	Produção de calor
PCV	Massa de corpo vazio
PL _g	Proteína líquida para ganho
PL _m	Proteína líquida para manutenção
PM	Proteína metabolizável
PM _g	Proteína metabolizável para ganho
PM _m	Proteína metabolizável para manutenção
MC	Massa corporal
TGI	Trato gastrintestinal
CPM	Proteína Metabolizável consumida

SUMÁRIO

EXIGÊNCIAS DE ENERGIA E PROTEÍNA DE CAPRINOS DE DIFERENTES CATEGORIAS SEXUAIS DOS 30 AOS 45 kg DE MASSA CORPORAL.....	xi
RESUMO.....	xi
Palavras-chave.....	xi
ENERGY AND PROTEIN REQUIREMENTS OF SAANEN GOATS IN THE FINAL PHASE OF GROWTH.....	xii
ABSTRACT.....	xii
Keywords.....	xii
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	13
1. Introdução.....	13
2. Modelo animal:.....	14
3. Como determinar as exigências nutricionais.....	15
4. Recomendações – sistemas de alimentação.....	17
5. Composição corporal.....	19
6. Exigências de proteína: manutenção e ganho.....	26
7. Exigências de energia: manutenção e ganho.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
CAPÍTULO 2 – EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA DE CAPRINOS DE DIFERENTES CATEGORIAS SEXUAIS DOS 30 AOS 45 kg DE MASSA CORPORAL.....	41
INTRODUÇÃO.....	43
MATERIAL E MÉTODOS.....	44

Animais e manejo.....	44
Ensaio 1. Proteína para manutenção.....	45
Ensaio 2. Proteína para ganho.....	47
Análises estatísticas.....	49
RESULTADOS.....	50
A concentração proteica inicial no corpo não difere entre condição sexual.....	50
Desempenho, composição corporal e digestibilidade	50
Exigências de proteína para manutenção não diferem entre condições sexuais.....	55
Exigências de proteína para ganho não diferem entre condições sexuais.....	56
DISCUSSÃO.....	60
CONCLUSÃO.....	65
REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
CAPÍTULO 3 – EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA DE CAPRINOS DE DIFERENTES CATEGORIAS SEXUAIS DOS 30 AOS 45 kg DE MASSA CORPORAL.....	68
INTRODUÇÃO.....	70
MATERIAL E MÉTODOS	71
Animais e manejo.....	71
Ensaio 1: Exigências energéticos para manutenção.....	75
Ensaio 2: Exigências energéticos para ganho	77
Análises estatísticas.....	78
RESULTADOS.....	79
A concentração energética inicial no corpo difere entre condição sexual.....	79

Desempenho, composição corporal e digestibilidade.....	80
Exigências de energia para manutenção e eficiência de utilização da energia não difere entre condições sexuais.....	83
Exigências energéticas de ganho são afetadas pela condição sexual de caprinos Saanen.....	85
DISCUSSÃO.....	88
CONCLUSÃO.....	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92
CAPÍTULO 4 – IMPLICAÇÕES.....	94

EXIGÊNCIAS DE ENERGIA E PROTEÍNA DE CAPRINOS DE DIFERENTES CATEGORIAS SEXUAIS DOS 30 AOS 45 kg DE MASSA CORPORAL

RESUMO – Utilizamos a técnica de abate comparativo para verificar a diferenças entre categorias sexuais nas exigências de proteína e energia de caprinos Saanen em fase final de crescimento. Os animais foram alocados aleatoriamente em dois ensaios delineados para investigar as exigências em proteína e energia para manutenção e ganho. No ensaio de manutenção, utilizamos 85 animais (26 machos não castrados, 30 machos castrados e 29 fêmeas), com MC inicial de $30,3 \pm 0,87$ kg. Destes, 30 animais (8 machos não castrados, 9 machos castrados e 13 fêmeas) foram abatidos ao início do experimento para compor os animais de composição corporal referência inicial. Os demais animais foram aleatoriamente distribuídos em delineamento com parcelas subdivididas, sendo os principais fatores 3 condições sexuais e 3 níveis de alimentação. A parcela foi composta por 3 animais do mesmo sexo, aleatoriamente designados a um nível de alimentação: alimentado à vontade, 75% e 50% do consumo à vontade, de forma que foram abatidos com mesmo número de dias que o animal com alimentação à vontade levou para atingir 45 kg de MC. A exigência líquida de proteína para manutenção (PL_m) estimada foi $2,09$ g/kg $PCV^{0,75}$ e não diferiu entre condições sexuais. A exigência líquida de proteína para ganho (PL_g) foi obtida com dados de 65 caprinos (20 machos não castrados, 22 machos castrados e 23 fêmeas) alimentados à vontade em delineamento inteiramente casualizado, a PL_g variou de 154 a 146 g/kg de ganho em PCV entre 30 a 45 kg de MC. Recomendamos que a exigência metabolizável total de proteína (g/dia) para crescimento de caprinos Saanen seja estimada pelo modelo: $PMT = [(4,31 * MC^{0,75}) / k_{pm}] + [(127,5 * MC) / k_{pg}] * GPD_{desejado}$. A exigência líquida de energia para manutenção (EL_m) estimada foi $325,7$ kJ/kg $PCV^{0,75}$ ou 277 kJ/kg $MC^{0,75}$ e não diferiu entre condições sexuais. A exigência metabolizável de energia para manutenção (EM_m) foi estimada em $637,29$ kJ/kg $PCV^{0,75}$, resultando em uma eficiência parcial (k_m) de 0,59. EL_g foi obtido com dados de 65 caprinos (20 machos não castrados, 22 machos castrados e 23 fêmeas) alimentados *ad libitum* em delineamento inteiramente casualizado. O k_g estimado foi de 0,34 para as três condições sexuais, porém EL_g diferiu entre condições sexuais como reflexo da composição corporal.

Palavras-chave: abate comparativo, composição corporal, eficiência, método fatorial.

ENERGY AND PROTEIN REQUIREMENTS OF SAANEN GOATS IN THE FINAL PHASE OF GROWTH

ABSTRACT – We used the comparative slaughter technique to verify differences among gender in protein and energy requirements of Saanen goats in the final phase of growth. Animals were randomly allocated to 2 trials, designed to investigate protein and energy requirements for maintenance and growth. To determine the maintenance requirements we used 85 goats (26 intact males, 30 castrate males, and 29 females) with initial BW of 30.32 ± 0.87 kg. 30 goats (8 intact males, 9 castrated males and 13 females) were slaughtered to use as baseline group. The other goats were assigned in a split block design in a 3×3 factorial arrangement (3 genders - intact males, castrate males, and females with 3 DMI levels - *ad libitum*, and 75% and 50% of *ad libitum* intake). A slaughter group included one kid from each treatment and was slaughtered when the *ad libitum* kid reached 45 kg of BW. Net protein requirements for maintenance was the same for all genders tested and equal to 2.09 g/kg EBW^{0.75}. Net protein requirements for growth were obtained using 65 goats (20 intact males, 22 castrate males, and 23 females) fed *ad libitum* in a completely randomized design and ranged from 154 to 146 g/kg of EBW gain as BW varied from 30 to 45 kg. WE recommended the following equation to estimate total metabolizable protein requirements (g/day): $PM_t = [(4,31 * BW^{0.75}) / kp_m] + [(127.5 * BW) / kp_g] * ADG_{\text{expected}}$. The NE_m was estimated as 378.69 kJ/kg EBW^{0.75} or 318.1 kJ/kg BW^{0.75}. ME_m did not differ among genders and was calculated assuming that HP was equal to MEI at maintenance, resulting in 637.29 kJ/kg EBW^{0.75}. Net requirements for growth were obtained using 65 goats (20 intact males, 22 castrate males, and 23 females) fed *ad libitum* in a completely randomized design. The partial efficiency for growth (k_g) was 0.34 for all three genders. Energy requirements for growth differed among genders varying between 30 and 45 kg.

Keywords: comparative slaughter, body composition , efficiency , factorial approach

CAPÍTULO 1 - Considerações Gerais

1. Introdução

O conhecimento das exigências nutricionais é essencial para avaliação completa da nutrição animal, permitindo aos profissionais recomendarem e monitorarem a adequação dos programas de nutrição. O estudo sobre as exigências é a aplicação de vários conceitos sobre produção animal.

Alimentos contêm componentes passíveis de digestão, absorção e utilização pelos animais para sua manutenção e produção. Estes componentes podem ser categorizados em macronutrientes (presentes em grandes quantidades na dieta: água, carboidrato, proteína, gordura) e micronutrientes (presentes em menores quantidades: minerais e vitaminas). A mistura conveniente de ingredientes resultará em fornecimento ideal dos nutrientes e energia para os animais. Para que isso seja possível, existem dois principais grupos de fatores envolvidos: a composição do alimento, que irá influenciar no aproveitamento dos mesmos e as necessidades diárias de nutrientes e energia de um dado animal alvo. Neste contexto, nosso principal foco é trabalhar na determinação das exigências para otimizar a rotina de formulação de rações com vistas também na resposta do animal.

Contudo, a resposta animal é complexa, uma vez que cada “tipo” de animal tem exigências específicas. Ademais, o “tipo” engloba vários fatores que influenciam as exigências, ligados à: condição sexual, raça, idade, estágio fisiológico, ambiente, dentre outros.

Isto explica, por exemplo, a inadequação do uso de dados de outros ruminantes para explicar as exigências em nutrientes e energia de caprino, uma vez que, se comparados a ovinos e bovinos, os caprinos exibem diferenças marcantes na seleção de alimentos, hábitos de pastejo, atividades físicas, composição do leite e carne. Sendo assim é de se esperar diferenças nas exigências nutricionais entre as espécies.

Além do exposto, o estabelecimento das exigências nutricionais de qualquer animal geralmente envolve metodologias onerosas e laboriosas, que possuem suas limitações. Isso, no caso específico de caprinos, resulta em lacunas nas recomendações, de forma que as recomendações vigentes não contemplam todas as fases da vida do animal, e às vezes não consideram fatores passíveis de influenciar as exigências como, por exemplo, a categoria sexual.

2. Modelo animal:

Caprinos

O rebanho caprino mundial é constituído de 924 milhões de cabeças, de forma que a maior parte está concentrada nos países africanos e asiáticos (FAOSTAT, 2011). O Brasil com aproximadamente 9,39 milhões de cabeças participa com 1,1% deste efetivo (IBGE, 2011) e destes, 1,5 milhões representam animais leiteiros. Segundo a FAO (2008) o efetivo mundial cresce anualmente em média 1,30%. É interessante pontuar que os países em desenvolvimento tem importante papel neste crescimento, já que nesses países os caprinos são importante fonte de proteína de origem animal (carne e leite). Do efetivo mundial, pode-se encontrar uma série de genótipos cada qual com sua habilidade, dentre estes escolhemos trabalhar com a raça leiteira Saanen por apresentar distribuição mundial e por ser a mais importante para a produção leiteira.

É importante salientar que nos sistemas de alimentação (NRC, AFRC CSIRO) valores ou equações que estimem as exigências em caprinos são extrapolados de outras espécies de ruminantes. Em vários trechos de publicações desses sistemas, está explícita a falta de informações disponíveis na literatura, e notam-se lacunas em variáveis passíveis de influenciar as exigências desses animais, por exemplo, fases do crescimento e sexo.

Apesar dos caprinos serem bastante semelhantes a outras espécies de ruminantes, eles apresentam peculiaridades que nos levam acreditar que existem diferenças entre suas exigências, quando comparados a bovinos e ovinos. Podemos pontuar diferenças no hábito alimentar, nas atividades físicas (comportamento), na composição de carcaça, entre outros, o que justifica assim

o estudo isolado das espécies (NRC, 1981). Na verdade encontramos diferenças nas exigências para raças dentro de uma mesma espécie (FERNANDES et al; 2007; SAHLU et al., 2004; LUO et al., 2004). A última publicação do NRC (2007) já faz distinções dentro da espécie caprina para os tipos: leite e carne; no nosso entendimento foi uma evolução apropriada para a espécie.

3. Como determinar as exigências nutricionais?

A definição de exigência de um nutriente ou energia é a quantidade dos mesmos disponibilizados via dieta, com intuito de atender as necessidades de um dado animal em ambiente compatível com boa saúde animal. Enquanto que, o conceito de necessidades do animal envolve as quantidades de nutrientes ou energia para suportar um dado nível de produção (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

Posto isto, nós pesquisadores podemos lançar mão de duas principais metodologias para estimativa de exigências: a dose-resposta, que se baseia no desempenho animal (resposta) para predizer a exigência ou dose recomendada; ou método fatorial que se baseia na pressuposição de que o animal direciona nutrientes para o sustento de processos vitais, crescimento, atividade física e produção.

De acordo com Sakomura & Rostagno (2007) o comportamento básico da resposta animal frente ao acréscimo de um dado nutriente na dieta pode ser descrito em quatro fases: a *fase inicial*, quando a inclusão garante somente a sobrevivência do animal (manutenção); a *fase de resposta* é caracterizada pelo aumento da eficiência alimentar devido à inclusão crescente do nutriente e resulta em crescimento de produção até que a taxa de acréscimo diminua seguida pela *fase de estabilização*, a partir deste nível o aumento do nutriente pode causar *toxicidez* e conseqüente queda na produção.

Os pesquisadores que adotam o critério de resposta acreditam que o termo “exigência” é muitas vezes inadequado. Segundo estes pesquisadores (FISHER, 1973; PESTI et al 2009), devemos ponderar que quando se trata de

um lote de animais, não devemos falar em exigência, cada indivíduo que compõe o conjunto possui exigências nutricionais. Segundo Baker (1986), a expressão de exigências nutricionais geralmente é definida para um dado animal em idade (ou peso) específica em determinado status fisiológico. Já que a informação de exigências é muito mais útil se definidas para grupos de animais, a resposta do grupo deve ser igual à média das exigências individuais (FISHER, 1973) e neste contexto o método dose-resposta se insere. Pesti et al, (2009) comparando as múltiplas formas de ajuste dos dados observados aos modelos disponíveis ressalta que modelos não lineares se ajustam melhor para definir respostas biológicas como esta, e adiciona que forçar ajuste de resposta em retas pode comprometer a acurácia dos resultados.

Embora seja um método prático, um dos principais inconvenientes do método dose-resposta segundo Gous et al, (1998), é não considerar as estimativas de manutenção, crescimento e produção de forma separada. Estes pesquisadores apontam que uma das grandes limitações do método é não considerar idade ou peso. Como a média da população é fator preponderante nas recomendações nutricionais, alguns indivíduos poderão ser penalizados e outros privilegiados, por exemplo, diferenças decorrentes do sexo são embutidas na média. Em adição, recomenda-se que o programa de alimentação ideal deva considerar o genótipo. Diferenças de peso, composição corporal, dietas e condições ambientais em relação àquela da situação experimental que gerou a equação dose-resposta devem ser encaradas com cuidado.

Outro ponto a ser considerado é o conceito de manutenção. Segundo Armsby & Moulton, (1925) a manutenção abrange a ideia de conservação da condição corporal do animal equilibrada sem mudanças em sua composição, ou seja, sem perdas ou ganho de tecido. E neste método, quando da resposta zero, que seria considerada a manutenção, não existe certeza de que não está ocorrendo mobilização ou deposição de nutrientes, pois isto dificilmente é detectável na resposta.

Outro método utilizado na estimativa das exigências nutricionais é o método fatorial, em que se considera que a exigência total de um animal é a soma das exigências para manutenção, crescimento e produção. O método fatorial

tem sido a base para elaboração de modelos desde que Lofgreen & Garret, início da década de 60, desenvolveram um sistema de energia líquida para bovinos em crescimento e terminação (*Sistema de Energia Líquida da Califórnia*) e sugeriram que fosse incluído nas publicações do NRC. Este método vem evoluindo desde então e aplicado em vários modelos animais. Para postular os modelos, levam-se em consideração vários fatores inerentes ao animal (peso, maturidade, composição corporal, potencial de crescimento e de produção) e ao ambiente em que ele se insere (temperatura, desafio parasitário, atividade) (NRC, 1985).

4. Recomendações – sistemas de alimentação

O suprimento de nutrientes e energia via alimentação deve visar o atendimento das exigências para determinado nível de produção concomitantemente à maximização do lucro e ainda deve considerar o impacto desta produção no ambiente em que a atividade se insere, já que a subalimentação impossibilita ao animal expressar o máximo de seu potencial. Por outro lado, a sobrealimentação resultará em dejetos ricos em nutrientes que possuem alta capacidade poluente. Portanto, para evitar os extremos é preciso conhecer as exigências nutricionais com acurácia.

Neste sentido, alguns sistemas de alimentação pelo mundo, compilaram em suas publicações informações sobre as exigências nutricionais de caprinos, para auxiliar produtores e pesquisadores. As primeiras recomendações de energia e proteína do *Institute National de la Recherche Agronomique* foram sugeridas em 1978 (INRA, 1978), com revisão em 1987. Em 1988, o sistema INRA compilou trabalhos de exigências nutricionais de caprinos, esta revisão foi pouco sólida para os conceitos em energia, mas bastante aprofundada para proteína. O sistema do INRA de avaliação assume os conceitos de energia líquida, e expressa os alimentos como unidade forrageira para leite (UFL) e a unidade forrageira para carne (UFC), sendo a unidade padrão referência 1 kg de grão de aveia (UFL = EL lactação/1700 e UFC = EL manutenção+engorda/1820). Para proteína, o sistema utilizado é o da “proteína digestível intestinal”, que determina o valor proteico dos alimentos e as exigências dos animais em termos da quantidade de aminoácidos realmente absorvidos no intestino delgado.

Contudo, as relações utilizadas para postular as equações foram baseadas em experimentos com bovinos e ovinos, e não foi estabelecida uma exigência para caprinos de corte, já que os caprinos na França tem majoritariamente aptidão leiteira para fabricação de queijos.

Em 1998, o comitê de especialistas em caprinos do *Agricultural and Food Research Council* (AFRC, 1998) publicou uma revisão das informações sobre a composição corporal de caprinos e seus produtos; a ingestão e fisiologia digestiva; e as exigências nutricionais em energia, proteína, minerais e vitaminas, focando o estudo em trabalhos sobre caprinos realizados no Reino Unido, pelo método fatorial. As exigências em energia são expressas em termos de energia metabolizável (EM), baseadas em estudos calorimétricos de BLAXTER (1962) e detalhado pelo ARC (1980), utilizando eficiências da utilização de EM (k) a partir da EL. As exigências proteicas são baseadas no sistema de proteína metabolizável recomendado pelo AFRC (1992), que representa a proteína que chega ao intestino delgado e que está disponível para o animal. No AFRC (1998), para a estimativa das exigências nutricionais, muitos valores e coeficientes utilizados são extrapolados de experimentos com bovinos e ovinos (ARC, 1980), principalmente devido à quantidade limitada de trabalhos com caprinos.

O *National Research Council* (NRC) da *National Academy of Sciences*, EUA iniciou, em 1942, o desenvolvimento de padrões alimentares para as diversas espécies, sendo que a primeira publicação do NRC para bovinos de corte e de leite foi editada em 1945. Esta e outras publicações específicas para cada espécie foram preparadas por subcomitês composto por membros especialistas em nutrição. O NRC de caprinos (NRC, 1981) foi uma das primeiras referências a compilar vários trabalhos em um documento, listando as exigências nutricionais de caprinos em vários estágios de produção. Este documento ganhou proeminência nos anos seguintes à sua publicação e ainda é usado como uma referência em exigências nutricionais de caprinos por alguns grupos, apesar da ciência de que ainda existiam muitas lacunas a serem examinadas para tornar essa primeira publicação mais acurada. Era notável que extrapolações de outras espécies de ruminantes para caprinos poderiam comprometer as recomendações para estes últimos, devido às diferenças

existentes (hábitos de pastejo, atividades físicas, consumo de água, seleção de alimentos, composição do leite, composição da carcaça, desordens metabólicas e parasitas). Nas edições subsequentes, os pesquisadores da área fizeram um trabalho louvável, identificando nuances que influenciariam as exigências nutricionais desses pequenos ruminantes. Na versão mais recente do NRC, de 2007, faz-se diferenciação de genótipos, categoria sexual e fase da vida, contudo ainda lemos passagens deste tipo: “ *The same relative difference in MEm between biotypes of growing goats was extended to the mature goat MEm, since the latter data set was relatively small*” (NRC, 2007; p. 66). Isto mostra que nosso trabalho pode contribuir para tornar a recomendação ainda mais completa, por ter estudado as exigências em uma fase em que os animais estão em crescimento, mas a taxa em que eles crescem é menor do que outras fases do crescimento.

Em 2004, pesquisadores do *E (Kika) de la Garza American Institute for Goat Research* compilaram em um grande projeto trabalhos sobre exigências nutricionais de caprinos. As exigências foram calculadas empiricamente, estimando-se as exigências em energia e proteína através da regressão do consumo de energia ou proteína metabolizável em função da produção, como ganho de peso, produção de leite, e crescimento da fibra, método dose-resposta. A vantagem deste método é que os dados podem ser obtidos de situações usuais de produção, sem a necessidade de abate de animais. Mas os dados obtidos podem sofrer interferência de alguns fatores como enchimento ruminal e a composição do ganho, que não são considerados na estimativa, mas influenciam na determinação das exigências. O NRC (2007) é quase que na sua totalidade, baseado em resultados de pesquisa desse grupo.

No Brasil, nosso Grupo de Estudos, da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal tem concentrado esforços no estudo sobre exigências nutricionais de caprinos. Os pesquisadores envolvidos utilizaram o método direto (RESENDE, 1989; RIBEIRO, 1995; MEDEIROS, 2001; FERREIRA, 2003; TEIXEIRA, 2004; ALVES, 2006; FERNANDES, 2006; ALVES et al., 2008; FIGUEIREDO, 2011; BOAVENTURA NETO, 2011) para a determinação da composição corporal e das exigências, as quais foram estimadas em termos de “exigência líquida”.

5. Composição corporal

A composição corporal diz respeito à composição química e/ou física do corpo (GREENHALGH, 1986). O acúmulo dos diferentes tecidos é um dos aspectos mais importantes da composição corporal e esse fenômeno está intimamente ligado ao crescimento do animal e dos fatores que influenciam esse processo. Portanto, é necessário o entendimento de alguns aspectos do crescimento animal a fim de melhor entendimento da composição corporal e do seu impacto nas exigências nutricionais de um dado animal.

BERG & BUTTERFIELD (1976) referem ao crescimento como um processo fascinante e não uniforme, no qual o animal é derivado de um simples óvulo fertilizado, se multiplica e diferencia, e dá origem a uma unidade complexa capaz de desempenhar todas as funções vitais por meio do crescimento e desenvolvimento. OWENS et al. (1993) definem o crescimento como a produção de novas células e, embora o crescimento seja tipicamente mensurado como um aumento da massa corporal por unidade de tempo, não inclui somente a hiperplasia mas também a hipertrofia, deposição de tecido adiposo e a incorporação de componentes específicos do ambiente. Inúmeros fatores podem afetar o padrão de crescimento dos tecidos e a hierarquia de deposição definirá a composição corporal do animal em determinada fase da vida. Dentre a série de fatores possíveis vamos nos ater aos tratados neste trabalho: categoria sexual, o peso (grau de maturidade) e plano de nutrição.

O processo de crescimento envolve adaptações nos órgãos e tecidos segundo as necessidades fisiológicas do organismo, de forma que o indivíduo deve possuir um dado tamanho ótimo para iniciar o processo reprodutivo sem ônus ao crescimento corpóreo. Sendo assim, os períodos de recria até a puberdade, normalmente são caracterizados por grande eficiência na utilização dos recursos nutricionais por parte do organismo animal. Devemos ressaltar que esse período, bem como o tamanho animal para entrar em reprodução é espécie dependente, na verdade varia entre raças dentro de uma mesma espécie e sofre grande influência do peso adulto do animal em questão. Consideramos o peso adulto para os animais Saanen de 68 kg para fêmeas, 78 kg machos castrados e 91 kg para machos não castrados, e na prática as fêmeas são expostas à

reprodução após atingirem 60 % de seu peso adulto (em torno 41 kg), para que o processo de crescimento não seja afetado de modo irreversível. Faz-se importante situar nossa amostra populacional na curva de crescimento para posterior entendimento da composição corporal e do ganho. Na figura 1, entendemos que os animais utilizados neste estudo se encontram entre a fase “d” e “e”.

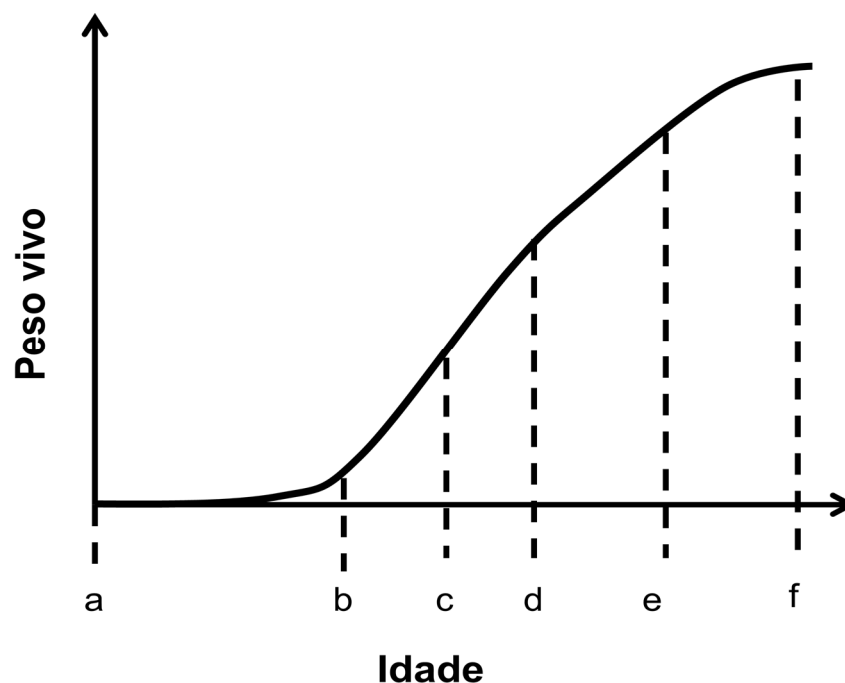


Figura 1. Curva típica de crescimento, os pontos representam: concepção (a), nascimento (b), fase de aceleração do crescimento (c), ponto de inflexão (d), geralmente associada à puberdade, fase de desaceleração do crescimento (e), e a maturidade (f). Modificado de Batt (1980) citado por Owens et al. (1993).

O crescimento expresso apenas pelo incremento na massa não dá indicativo da composição corporal, que, por sua vez, tem marcada influência nas exigências nutricionais e conseqüentemente no manejo dos animais. O peso vivo tem grande influência na composição corporal, contudo não deve ser considerado independente de fatores como: idade, categoria sexual, plano nutricional, genótipo ou quaisquer fatores que afetem a composição corporal. John Hammond, um dos pioneiros no estudo do crescimento de animais de interesse zootécnico, investigando as ondas de crescimento nestes animais

(Figura 2), postulou que existe uma tendência das extremidades completarem seus ciclos de crescimentos mais precocemente que as regiões proximais e distais, o que ficou conhecido como crescimento centrípeto Hammond (1932). Ademais, ele constatou que os diferentes tecidos apresentam taxas de deposição máxima em épocas distintas da vida do animal. Essa sequência de ondas de crescimento é muito importante no entendimento das exigências nutricionais dos animais. Animais em crescimento possuem proporcionalmente maior deposição de proteína e minerais (formação muscular e óssea) quando mais jovens, e maior deposição de gordura (acúmulo de reservas) com o avanço da idade, até o ponto em que atingem a maturidade química.

A gordura corporal é o componente que sofre maior variação no decorrer do processo de crescimento, e o acúmulo de gordura no corpo afeta a eficiência do animal. Segundo BERG & BUTTERFIELD (1976), o crescimento segue o modelo sigmoide (Figura 1), de forma que o tecido muscular tem crescimento pós-natal pronunciado; enquanto que o tecido adiposo tem menor crescimento no início da vida e apresenta taxas crescentes à medida que o animal se aproxima de seu peso à maturidade.

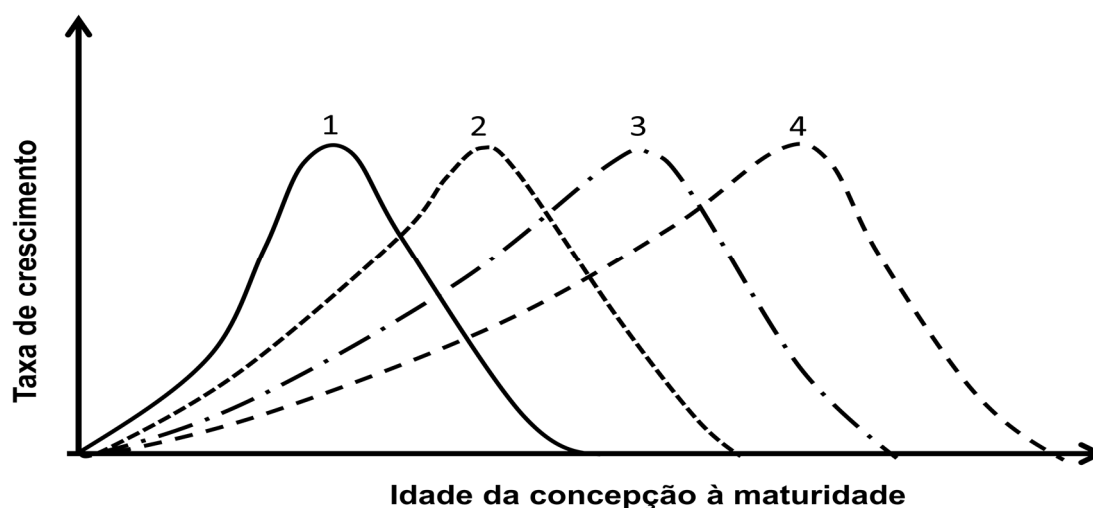


Figura 2. Crescimento dos tecidos: (1) nervoso, (2) ósseo, (3) muscular, (4) adiposo. Segundo Hammond (1932).

O tamanho à maturidade é considerado como o ponto em que a massa corporal atinge seu crescimento máximo, ou seja, a máxima hipertrofia das células do tecido muscular com conseqüente aumento do tecido adiposo.

Embora seja determinado geneticamente, pode ser alterado por fatores nutricionais, hormonais e ambientais (OWENS, et al., 1993). OWENS, et al. (1993) atribuem diferentes tamanhos à maturidade em diferentes raças às diferenças do tamanho do esqueleto e do número de células musculares.

A categoria sexual influencia o crescimento e conseqüentemente afeta a composição corporal. O efeito mais evidente da categoria sexual na composição corporal se dá em termos de deposição de tecido adiposo. As fêmeas tendem a entrar no processo de engorda mais leves que machos já que elas apresentam menor peso à maturidade (BERG & BUTTERFIELD, 1976). A castração geralmente acarreta em aumento na gordura corporal (MAHGOUB et al., 2004).

A nutrição, em especial o nível de ingestão, afeta a composição corporal, principalmente a quantidade de gordura depositada; neste sentido, restrição alimentar resultará em menos gordura no corpo. De acordo com BERG & BUTTERFIELD (1976), a subalimentação afeta a deposição de todos os tecidos, mas não igualmente; a depleção relativa da gordura é maior que do tecido magro. Em adição, restrições alimentares severas podem afetar o desenvolvimento do tecido magro, e quando realimentados, os animais podem depositar mais gordura em detrimento a músculos.

Estimativa da composição corporal

Como salientado, a composição corporal é um passo para a predição das exigências nutricionais podendo ser obtida por métodos indiretos e diretos. Entre os métodos indiretos estão a gravidade específica da carcaça e a gravidade específica ou composição química da seção entre a 9 - 11^a costelas (HANKINS & HOWE, 1946; TEIXEIRA, 2004; COSTA & SILVA et al, 2009); ou ainda métodos indiretos não destrutivos como a ultrassonografia, tomografia computadorizada, condutividade elétrica do corpo, impedância bioelétrica, métodos de diluição utilizando óxido de deutério, espaço de água tritiada e ureia, entre outros (SUGISAWA et al., 2006; BAKER et al., 2006; TEIXEIRA, 2008; RESENDE, 1989; BROWN & TAYLOR, 1986). O método direto proposto por LOFGREEN & GARRET (1968) para estimar a composição química pela a moagem de todo corpo do animal e posterior análise do animal dos

componentes ou de todo o corpo. Esta metodologia tem sido apontada como a forma mais acurada de avaliar a composição corporal (TEIXEIRA, 2004). Entretanto, torna-se difícil como rotina experimental, pois além de ser de elevado custo é um método destrutivo e permite apenas uma observação por animal.

Vale ressaltar que a escolha do método de estimativa da composição corporal está condicionada a fatores como: custo, facilidade de tomada das medidas e acurácia da predição entre animais, independente do sexo, idade ou regime alimentar. Recomenda-se ainda que todo método de avaliação indireto deva ser desenvolvido ou aferido, comparando-o com o método direto (RESENDE, 1989; FERNANDES, 2006), até a validação do novo método proposto.

Após colheita dos dados, independentemente do método, assumimos que o crescimento pós-natal segue comportamento segundo Julian Huxley em 1932, que descreveu um método matemático simples para a detecção e medição do crescimento alométrico. A fim de comparar o crescimento relativo de dois componentes em escala logarítmica, consideramos o corpo vazio como a variável independente (eixo X) e os nutrientes ou energia como eixo Y, conforme a equação geral: $\text{Log } Y = \log a + b \log X$.

Hormônios sexuais e crescimento

Com intuito de identificar o papel das categorias sexuais nas exigências nutricionais, é conveniente embasar algumas distinções entre categorias sexuais que poderia concorrer para que efeitos distintos fossem observados nos exigências nutricionais. O dimorfismo sexual é o fenótipo resultante da integração da genética e o perfil hormonal do animal, modulado pelo ambiente no qual este se insere (COUTINHO FILHO et al. 2006).

Apesar de o GH (hormônio de crescimento) ser constantemente apontado como fator primordial no controle metabólico do crescimento, a liberação deste hormônio é uma das etapas finais resultante de um conjunto sequencial particular de eventos e está condicionada a diversos fatores. Vários hormônios endógenos produzidos na tireoide, pâncreas, glândula pituitária e gônadas participam da deposição de tecidos. Dentre esses podemos citar a insulina,

hormônios tireoidianos, glicocorticoides, leptina e esteroides gonadais. E para tornar o processo mais complexo, alguns desses hormônios têm mecanismos efetores similares ao GH, por afetar a síntese e disponibilidade da IGF-I.

Em ambos os sexos, as gônadas tem basicamente duas funções: a gametogênese e síntese de hormônios, a partir do colesterol. As células de Leydig secretam testosterona, no macho; enquanto que as células da teca do folículo primário, é a principal fonte de estrógenos (HAFEZ & HAFEZ, 2004). Andrógenos e estrógenos estão, dentre as muitas substâncias envolvidas no crescimento, já que estes hormônios são interferentes no metabolismo oxidativo, e capazes de desencadear alterações no sistema endócrino como um todo (SKETT, 1988).

É sabido que existe marcada influência hormonal no processo de deposição de tecidos, que resulta maior crescimento muscular em machos comparados às fêmeas (DEAMBROSIS, 1972). O hormônio masculino testosterona, promove crescimento muscular e esquelético, determinando carcaças mais magras e musculosas nos machos inteiros em relação às fêmeas (JACOBS et al., 1972). Em adição, efeito dos hormônios androgênicos define o padrão de crescimento da carcaça de machos não castrados caracterizado por desenvolvimento mais pronunciado dos grupos musculares craniais em comparação as fêmeas ou machos castrados (BERG & BUTTERFIELD, 1976). Isto é resultado de uma interação complexa de hormônios que culmina por influenciar o eixo somatotrópico, e conseqüentemente, a deposição dos tecidos em efeito cascata.

O eixo somatotrópico consiste principalmente no hormônio de crescimento (GH) e fatores de crescimento IGF dos tipos I e II, suas proteínas carreadoras e receptoras (HAFEZ & HAFEZ, 2004). Esse eixo é de suma importância na regulação do metabolismo e processos fisiológicos importantes que culminam com a deposição de tecidos. Durante o desenvolvimento pós-natal e a vida adulta, o GH interfere na partição de nutrientes aumentando a síntese e acarreta redução na taxa de degradação de proteínas, e com isto altera o metabolismo de lipídeos e carboidratos (BREIER et al., 1991). Além disso, por regulação de rotas metabólicas chave, o GH possui efeito lipolítico, com isso eleva a concentração

de ácidos graxos não esterificados na corrente sanguínea, e aumenta a habilidade do organismo em responder ao estímulo lipolítico e reduzir a lipogênese. Isto se deve ao fato de que o GH estimula liberação de IGF-1, que por sua vez é responsável por reduzir a glicose circulante, tanto por reduzir a produção desta, quanto por aumentar sua captação (BREIER,1999). Este conjunto de ações do GH faz com que ele seja modificador potencial das exigências de um organismo (Figura 3).

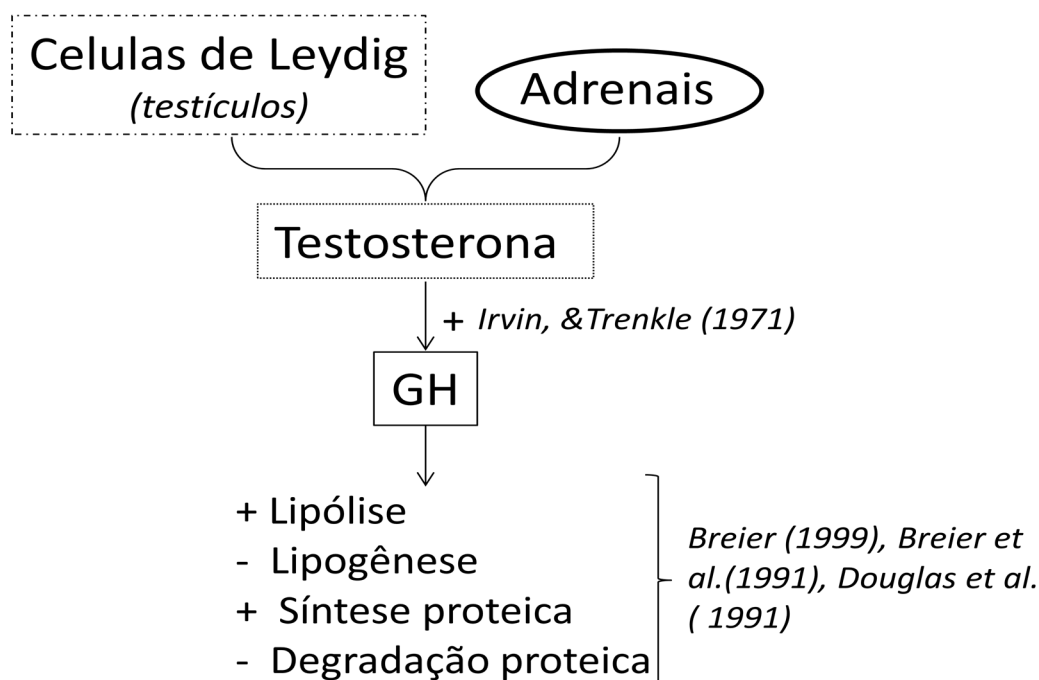


Figura 3. O GH como modificador da partição de nutrientes.

Sendo assim, já que o GH interfere no *turn-over* proteico, de forma que maior concentração de GH circulante poderia aumentar o balanço de nitrogênio, pelo acréscimo da retenção de nitrogênio, é normal esperar que existem diferenças entre categorias sexuais, nas exigências tanto de proteína quanto de energia.

6. Exigências de proteína: manutenção e ganho

A proteína é um dos nutrientes essenciais para os organismos vivos, já que exerce funções vitais em processos metabólicos. Associado a isso, o

provimento proteico via dieta tem grande importância econômica e ambiental. Posto isso, é evidente que o adequado suprimento desse nutriente é de grande importância para a pecuária, contudo os processos relacionados à degradação, digestão, absorção e metabolismo proteico são complexos, principalmente quando se trata de ruminantes. A proteína dietética geralmente se refere à proteína bruta, ou seja, o teor de nitrogênio da dieta multiplicado por 6,25, assumindo-se que a proteína é composta por 16% de nitrogênio. Essa proteína, considerando o processo de digestão, pode se dividir em fração A, B e C, de acordo com sua solubilidade e degradabilidade no rúmen. De forma geral, a fração A se refere ao N não proteico, rapidamente solubilizada no ambiente ruminal; a fração C é totalmente não-degradável no rúmen e intestinos. Enfim, a fração B; dada pela diferença: $100 - (A+B)$; é a proteína verdadeira potencialmente degradável.

A adequada nutrição proteica resulta em ótimo desempenho animal com a mínima quantidade de proteína de modo a reduzir a contaminação ambiental. Existem razões biológicas e econômicas para que o fornecimento de dietas precisamente formuladas. O excesso de proteína na dieta, além de ser caro, é frequentemente associado a problemas reprodutivos em fêmeas e baixa eficiência de ganho em machos (FERGUSON & CHALUPA, 1989; BRODERICK, 1992; BUTLER, 1997). Em adição, o fornecimento de mais proteína que o necessário é preocupante devido ao efeito que o nitrogênio oriundo dos dejetos, amônia e óxidos, tem na poluição do ar, efeito estufa e nitrificação de cursos d'água. Hristov et al. (2011), relatou que cerca de 50% da emissão total de amônia é oriunda da atividade agropecuária, alguns autores apontam que esse número chega a 77% (FAVERDIN et al., 2013).

Nos animais é possível saber a quantidade e qualidade da proteína ingerida pelos animais, as perdas de proteína nas fezes e urina, porém o que estará disponível em termos metabolizáveis para o animal passa pelo campo das estimativas e inferências, e o resultado tem enorme impacto no suprimento proteico do animal.

Está bem estabelecido que a melhor forma de expressão das exigências proteicas para ruminantes é o “*pool*” de proteína disponível no intestino delgado

denominada proteína metabolizável, a qual é resultante do somatório da proteína do alimento não degradada no rúmen e da proteína microbiana sintetizada, considerada como a proteína disponível para absorção e utilização pelo animal. É importante ter em mente que o conceito de proteína metabolizável envolve a interação entre o alimento, microrganismos ruminais e o animal. Isso significa dizer que processos “variáveis” como a produção de proteína microbiana e reciclagem de ureia, interferem no suprimento de proteína metabolizável. A proteína metabolizável é utilizada nos vários sistemas de alimentação a fim de quantificar as exigências para ruminantes, e cada qual, tem sua maneira de descrevê-la, refletindo a complexidade dos processos.

Historicamente, as exigências proteicas para bovinos passaram por expressiva evolução com o tempo e desenvolvimento de novas técnicas, principalmente de análise de dados. Nas primeiras publicações do NRC para bovinos as exigências eram expressas como concentração da dieta. As publicações resultantes de intensa experimentação animal com intuito de expressar as necessidades de forma acurada evoluíram, e hoje se leva em conta uma serie de fatores tais como a qualidade da proteína, aproveitamento pelo animal, dentre outros fatores, desde que foi demonstrada que a constituição da proteína tem impacto no seu valor biológico e no aproveitamento pelo animal (MITCHEL, 1926). Esta informação é especialmente importante para animais leiteiros, em que o perfil proteico tem grande impacto na produção.

Pelo método fatorial, separam-se as exigências de manutenção separadamente das exigências de produção para estimativa das necessidades proteicas totais, de forma que a exigência de proteína para um animal em condição de manutença é a quantidade de proteína requerida para que os processos vitais do corpo permaneçam estáveis, ou seja, é aquela que não permitirá perda ou ganho de massa dos animais (ARC, 1980). Essas perdas de nitrogênio podem ocorrer por descamação da pele, excreção de nitrogênio metabólico nas fezes e de nitrogênio endógeno na urina, estimados separadamente pelo INRA (1989) e AFRC (1998).

Seguindo esse raciocínio, podemos estimar a exigência de nitrogênio para a manutença pela metodologia do balanço de nitrogênio. Essa metodologia é

extensivamente utilizada em estudos com não ruminantes e preconiza que a entrada e saída de nitrogênio no sistema animal estão em equilíbrio. A fim de demonstrar a complexidade de processos envolvidos no balanço de nitrogênio, Waterlow (1999) discorre sobre os mistérios do balanço de nitrogênio. Este autor relata que os fatores comportamentais são os principais fatores reguladores da ingestão (entrada de N) e que a saída de nitrogênio deveria responder à ingestão desse nutriente. Segundo Waterlow (1999), o nitrogênio nas fezes aumenta linearmente com a ingestão, porém pode responder ao teor de fibra da dieta. O nitrogênio perdido por vias cutâneas tem pouca variação e é modulado principalmente pelo clima (ASHWORTH & HARROWER, 1967). Já o N-urinário, que é majoritariamente ureia, em animais ruminantes, é o que apresenta variação em resposta aos mecanismos que o organismo lança mão para manter o balanço de nitrogênio, mesmo diante de grandes variações na ingestão. Em adição, Castilho et al. (2000) reportam relação linear positiva entre a ingestão de nitrogênio e o perdido via urina, fezes e leite em vacas leiteiras, contudo este comportamento muda quando a ingestão diária de N aumenta a níveis superiores a 400 g, a excreção urinária de N aumentou exponencialmente, enquanto que o nitrogênio perdido via fezes e no leite diminuiu linearmente. Isso nos fornece uma amostra de quão complexo é o metabolismo de nitrogênio em animais ruminantes, dado a degradação proteica no rúmen e reciclagem de nitrogênio.

Conforme o ARC (1980), maior parte das exigências de proteínas é devido ao ganho em peso, pois as necessidades dos órgãos internos são inferiores às do tecido muscular. As exigências em proteína para o ganho dos animais estão diretamente relacionadas à deposição de proteína corporal. Assumimos que o teor de proteína corporal apresenta comportamento linear em relação à massa corporal vazia, quanto maior a massa corporal, menor a concentração de proteína, devido ao efeito de diluição exercido pelo aumento do tecido adiposo.

No atual cenário, existe menor quantidade de informação acerca das exigências nutricionais em caprinos que em bovinos ou em ovinos (GOETSCH & SAHLU, 2004). O fato é que quando se trata de exigências nutricionais de caprinos, a maioria dos estudos é recente. Talvez a primeira publicação

consistente sobre exigências nutricionais de caprinos tenha sido a do NRC (1981). Com o desenvolvimento das pesquisas em relação à nutrição destes animais, outras recomendações foram publicadas (INRA, 1989; EAAP, 1991; AFRC, 1998; SAHLU et al., 2004). Porém, base das equações de exigências é oriunda de número limitado de experimentos, que não contemplam os fatores passíveis de influenciar as necessidades nutricionais de caprinos.

É importante ressaltar que a fase de vida investigada neste estudo, consiste em animais em crescimento, porém muito próximo do peso à maturidade que é caracterizada pela desaceleração das taxas de deposição proteica com crescente deposição de tecido adiposo. Além disso, nenhum dos estudos mencionados acima investigou de fato a influência inerente à categoria sexual nos exigências proteicas.

7. Exigências de energia: manutenção e ganho

A energia é requerida por todos os seres vivos para manter suas funções vitais. Como já foi pontuado, existem dois principais métodos para a estimativa de exigências energéticas de um dado animal, o dose-resposta e o fatorial. Escolhemos pela metodologia que considera a partição em energia requerida para manutenção e ganho.

As exigências de manutenção de um animal são definidas como a energia necessária para que os processos vitais do organismo permaneçam em equilíbrio, incluindo a reposição de perdas endógenas e metabólicas, via fezes e urina e descamação da pele, ou seja, é aquela que não permitirá o balanço e catabolismo e anabolismo no animal sem mudanças na composição corporal (ARC, 1980).

Para o melhor entendimento das exigências de energia para manutenção, é necessário saber como se dá a partição da energia bruta ingerida. A energia bruta é calculada da amostra de alimento, fezes ou urina pelo calor despendido pela completa combustão no calorímetro em atmosfera rica em oxigênio. A energia digestível aparente é a diferença entre energia bruta do alimento ingerido e a energia bruta excretada nas fezes. No processo digestivo, há perdas

de energia pela produção de gases e também via urina, de forma que a energia metabolizável é a energia digestível menos perdas por gases e urina. O animal ainda perde energia pelo “calor de produção”, que é a perda energética por processos metabólicos e atividade. Ao final dessas perdas, temos a energia de fato disponível ou energia líquida. E a energia líquida de manutenção corresponde à produção de calor (MC) em estado pós-absortivo, e é obtida pela extrapolação ao nível zero de consumo de energia metabolizável (CEM) da equação de regressão do logaritmo da produção de calor em função da CEM (LOFFGREEN & GARRET 1968).

A produção de calor pode ser estimada diretamente, por calorimetria ou indiretamente pelo abate comparativo. Quando se calcula pelo abate comparativo, tem-se que a produção de calor é igual à diferença da retenção de energia no corpo e a ingestão de energia metabolizável.

LUO et al (2004) comentaram que as exigências de energia pra manutenção de caprinos não estão elucidadas, já que as estimativas de estudos até então conduzidos são dissonantes. Abaixo estão listadas as exigências energéticas de manutenções em termos metabolizáveis (EM_m) de alguns estudos.

Tabela 1. Exigências de energia metabolizável (EM_m) para manutenção de caprinos em crescimento, segundo a literatura

Referência	Genótipo	MC; kg	EM_m , kJ/kg de $PV^{0,75}$
AFRC (1998)	Saanen/Toggenburg	20 - 35	315
Ferreira (2003)	Saanen	20 - 35	261,5
Medeiros (2001)	Saanen	5 - 20	289,5
Teixeira (2004)	Saanen x Boer	5 - 25	356
Fernandes et al (2004)	Boer x Saanen	20 - 35	282
Luo et al (2004)	Vários	4 - 55	297
Figueiredo (2011)	Saanen	30-45	371,3

MC – Massa corporal.

Nota-se grande variação nas exigências de energia líquida para manutenção, além disso, não encontramos resultados na literatura para faixas de peso acima de 35 kg de MC, nem comparações para condições sexuais. As

diferenças encontradas podem ser atribuídas àquelas inerentes ao animal, tais como tipo e estágio fisiológico do animal e técnicas empregadas.

SAHLU et al (2004) sugeriram distinção das exigências de energia para manutenção segundo a aptidão produtiva dos animais: leiteiros, nativos, Angorá e para corte. Desta forma, foi preconizada EM_m para animais leiteiros, nativos, Angorá e de corte de 489; 560 e 489, e kJ de $EM_m/kg^{0,75}$ respectivamente. Estas recomendações foram incorporadas pelo NRC (2007), contudo, este sistema de alimentação recomenda que a exigência de ME_m para machos seja 15% superior que machos castrados e fêmeas, e acreditamos que isto merece ser melhor investigado.

Tratando-se das exigências de energia para ganho, devemos recapitular algumas informações sobre o crescimento animal e composição corporal. A ELg representa a energia retida para determinado ganho em massa do animal e pode ser estimada pela derivação da equação de regressão do conteúdo corporal em energia em função do logaritmo da massa do corpo vazio (PCV), segundo o ARC (1980).

Constatamos uma lacuna no que tange as pesquisas de exigências proteicas e energéticas de caprinos em fase final de crescimento. Esta fase é importante por influenciar nas características reprodutivas e produtivas da vida adulta dos animais em questão, o que justifica estudos mais específicos sobre suas exigências nutricionais. Com base na revisão exposta, supomos que as exigências nutricionais são diferentes para machos castrados, não castrados e fêmeas, visto que os hormônios gonadais circulantes influenciam o *turnover* proteico, composição corporal e partição de nutrientes. Em caráter específico, objetivamos com o presente trabalho:

- i) Estimar as exigências de proteína e energia para manutenção em caprinos Saanen, com massa corporal variado de 30 a 45 kg.
- ii) Estudar a composição corporal e a exigência para ganho em massa de caprinos Saanen, nessa fase.
- iii) Verificar a existência do efeito categoria sexual nas estimativas supracitadas e comparar os resultados obtidos com as recomendações vigentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

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

ALVES, K. S., DE CARVALHO, F. F. R., SHERLÂNEA, A., VÉRAS, C., BATISTA, Â. M. V., MATTOS, C. W., & GERMANO, R. Composição corporal e exigências de proteína para ganho de peso de caprinos Moxotó em crescimento1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37(8), 1468-1474, 2008.

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

ARMSBY H.P., MOULTON C.R.**The Animal as a Converter of Matter and Energy** The Chemical Catalog Co, New York p. 128, 1925.

ASHWORTH, A; HARROWER. A.D.B., Protein requirements in tropical countries: nitrogen losses in sweat and their relation to nitrogen balance. **British Journal of Nutrition** v. 21, p 833-843. 1967.

BAKER, D. H. Problems and pitfalls in animal-experiments designed to establish dietary requirements for essential nutrients. **Journal of Nutrition**, v. 116, n. 12, p. 2339-2349, Dec 1986. ISSN 0022-3166. Disponível em: <://WOS:A1986F761000002 >.

BERG, R. T. &R. M. BUTTERFIELD. **New Concepts of Cattle Growth**, Sydney University Press.240p. 1976.

BOAVENTURA-NETO, O. 2011, 63 f. **Exigência de proteína para crescimento de cabritos Saanen machos e fêmeas** Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

BREIER B.H. Regulation of protein and energy metabolism by the somatotropic axis **Domestic Animal Endocrinology**, n. 17, 209–218,1999.

BREIER B.H., GLUCKMAN P.D., MCCUTCHEON S.N., DAVIS S.R. Physiological responses to somatotropin in the ruminant. **Journal of Dairy Science**;n. 74(suppl. 2):20 –34,1991.

BRODERICK, G.A. AND M.K. CLAYTON. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science** vol. 80: p. 2964-2971, 1997.

BROWN, D. L.; TAYLOR, S. J. Deuterium-oxide dilution kinetics to predict body-composition in dairy goats. **Journal of Dairy Science**, v. 69, n. 4, p. 1151-1155, Apr 1986. ISSN 0022-0302. Disponível em: <://WOS:A1986C248300031 >.

BUTLER, W.R. Review: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. v. 81: p.2533-2539, 1997.

CASTILHO, A. R.; KEBREAB, E. BEEVER, D.E.; FRANCE, J. 2000. A review of efficiency of nitrogen utilization in lactating dairy cows and its relationship with environmental pollution. **Journal of Animal and Feed Sciences**, vol. 9, p. 1-32.

COSTA E SILVA, L. F., MARCONDES, M. I., VALADARES FILHO, S. C. et al. **Estimação da composição física da carcaça por meio da seção HH** In: reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009.

COUTINHO FILHO, J.L.V.; PERES, R.M.; JUSTO, L.C. Produção de carne de Bovinos Contemporâneos, Fêmeas e machos, terminados em confinamento. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, p.2043-2049, 2006.

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

DOUGLAS R.G., GLUCKMAN P.D., BALL K., BREIER B.H., SHAW J.H. The effects of infusion of insulin-like growth factor (IGF) I, IGF-II, and insulin on glucose and protein metabolism in fasted lambs. **The Journal of Clinical Investigation**;n. 88:614 –22,1991

FAVERDIN, P.; BARATTE, C.; PERBOST, R.; THOMAS, S; RAMAT, E.; DELABY, L.; PEYRAUD, J-L. Dynamic Herd simulations: CowNex, a tool to assess nitrogen excretion and efficiency of a dairy cattle herd according management. **RedNex Final conference Paris** 30th August 2013. Disponível em < <http://www.rednex-fp7.eu/>>

FERGUSON, J.D. AND W. CHALUPA. Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. **Journal of Dairy Science** vol. 72, p. 746-758, 1989.

FERNANDES, M. H. M. R. **Composição corporal e exigências nutricionais em proteína, energia e macrominerais de cabritos em constituição genética ¾ Boer e ¼ Saanen**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2006. 99p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2006.

FERNANDES, M. H. M. R., K. T. RESENDE, L. O. TEDESCHI, J. S. FERNANDES, H. M. SILVA, G. E. CARSTENS, T. T. BERCHIELLI, I. A. M. A. TEIXEIRA, L. AKINAGA. Energy and protein requirements for maintenance and growth of Boer crossbred kids. **Journal of Animal Science** 85(4): p.1014-1023. 2007.

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

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

FIGUEIREDO, F. O. M. 2011, 101 f. **Exigências nutricionais de cabritas Saanen em crescimento dos 30 aos 45 kg** Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

FISHER, C.; MORRIS, T. R.; JENNINGS, R. C. A model for the description and prediction of the response of laying hens to amino acid intake. **British Poultry Science**, v. 14, n. 5, p. 469-484, 1973.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO [2011]. **Live animals**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>> Acesso em: 18/09/2013.

GOETSCH, A. L.; MERKEL, R. C.; GIPSON, T. A. Factors affecting goat meat production and quality. *Small Ruminant Research*, v. 101, n. 1, p. 173-181, 2011.

GOUS, R. M. Making progress in the nutrition of broilers. **Poultry Science**, v. 77, n. 1, p. 111-117, Jan 1998. ISSN 0032-5791. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000071605800017 >.

GREENHALGH, J. F. D. Recent studies on the body-composition of ruminants. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 45, n. 1, p. 119-130, Feb 1986. ISSN 0029-6651. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:A1986A901500015 >.

HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. **Reprodução Animal**. 7. ed., São Paulo: Manole, 2004.

HANKINS, O. G. AND P. E. HOWE. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts, U.S. Dept. of Agriculture. 1946.

HRISTOV, A. N.; HANIGAN, M.; COLE, A.; TODD, R.; MCALLISTER, T. A.; NDEGWA, P. M.; ROTZ, A. Review: Ammonia emissions from dairy farms and beef feedlots. **Canadian Journal of Animal Science**, v 91: p1-35, 10.4141/CJAS10034, 2011.

HUXLEY, J. **Problems of relative growth** (2nd ed., Vol. xxvii, 312 p). New York: Dover; 1972.

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

INRA. Jarrige, R. Alimentation Des Bovins, Ovins & Caprins. Inra-Quae, p. 471 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. [2011]. **Estatísticas sobre pecuária, rebanho e produção**. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em: 10/09/2013.

JACOBS, J. A., M. P. BOTKIN, KALTENBA.CC, R. A. FIELD, M. L. RILEY. 1972. Effects of testosterone enanthate on lamb carcass composition and quality. **Journal of Animal Science** 34(1):30-45.

LOFGREEN, G. P.; GARRETT, W. N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 27, n. 3, p. 793-&, 1968 1968. ISSN 0021-8812. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1968B196800040 >.

LUO, J., A. L. GOETCH, I. V. NS AHLAI, T. SAHLU. Metabolizable protein requirements for maintenance and gain of growing goats. **Journal of Animal Science** 82:30-30. 2004.

MAHG OUB, O., I. T. KADIM, N. M. AL-SAQRY, R. M. AL-BUSAIDI. 2004. Effects of body weight and sex on carcass tissue distribution in goats. **Meat Science** 67(4):577-585. Aug 2004. ISSN 0309-1740. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:000221834900006 >.

MCDONALD P, EDWARDS R, GRE NHALGH J, MORGAN C. 2002. **Animal Nutrition**. Prentice Hall.

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

NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. National Academies Press, 2007. ISBN 9780309102131.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 11, p. 3138-3150, Nov 1993. ISSN 0021-8812. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1993MF83700037 >.

PESTI, G. VEDENOV, M. D.; CASON, J.A., BILLARD, L. A comparison of methods to estimate nutritional requirements from experimental data. **British Poultry Science**, v. 50, n. 1, p. 16-32, 2009.

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

SAHLU, T., A. L. GOETSCH, J. LUO, I. V. NS AHLAI, J. E. MOORE, M. L. GALYEAN, F. N. OWENS, C. L. FERRELL, Z. B. JOHNSON. 2004. Nutrient requirements of goats: developed equations, other considerations and future research to improve them. **Small Ruminant Research** 53(3):191-219.

SAKOMURA, N. K. & ROSTAGNO, H. S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos, Funep.283 p. 2007.

SKETT, P. Biochemical basis of sex differences in drug metabolism, **Pharmacology & Therapeutics**, v. 38, n. 3, p. 269-304, 1988, ISSN 0163-7258,

[http://dx.doi.org/10.1016/0163-7258\(88\)90007-1](http://dx.doi.org/10.1016/0163-7258(88)90007-1). Disponível em
<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0163725888900071>>

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

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

WATERLOW, J. C The mysteries of nitrogen balance. **Nutrition Research Reviews**, 12, pp 25-54. Doi:10.1079/095442299108728857, 1999.

CAPÍTULO 2 – Exigências de proteína para manutenção e ganho de caprinos Saanen de diferentes categorias sexuais dos 30 aos 45 kg de massa corporal

RESUMO - Objetivamos com o presente estudo determinar os as exigências proteicas de machos castrados e não castrados e fêmeas, entre 30 e 45 kg de massa corporal (MC). Os animais foram alocados aleatoriamente em dois ensaios delineados para investigar as exigências em proteína para manutenção e ganho. No ensaio de manutenção, utilizamos 85 animais (26 machos não castrados, 30 machos castrados e 29 fêmeas), com MC inicial de $30,32 \pm 0,87$ kg. Destes, 30 animais (8 machos não castrados, 9 machos castrados e 13 fêmeas) foram abatidos ao início do experimento para compor os animais de composição corporal referência inicial. Os demais animais foram aleatoriamente distribuídos em delineamento com parcelas subdivididas, sendo os principais fatores 3 condições sexuais e 3 níveis de alimentação. A parcela foi composta por 3 animais do mesmo sexo, aleatoriamente designados a um nível de alimentação: à vontade, 75% e 50% do consumo à vontade, de forma que foram abatidos com mesmo número de dias que o animal com alimentação à vontade levou para atingir 45 kg de MC. A exigência líquida de proteína para manutenção (PL_m) estimada foi $2,09 \text{ g/kg PCV}^{0,75}$ e não diferiu entre condições sexuais. A exigência líquida de proteína para ganho (PL_g) foi obtida com dados de 65 caprinos (20 machos não castrados, 22 machos castrados e 23 fêmeas) alimentados à vontade em delineamento inteiramente casualizado, a PL_g variou de 154 a 146 g/kg de ganho em PCV entre 30 a 45 kg de MC. Recomendamos que a exigência metabolizável total de proteína (g/dia) para crescimento de caprinos Saanen seja estimada pelo modelo: $PMT = [(4,31 * MC^{0,75}) / kp_m] + [(127,5 * MC) / kp_g] * GPD_{desejado}$.

Palavras-chave: abate comparativo, composição corporal, eficiência, método fatorial

Protein requirements for maintenance and growth of dairy goats of different genders between 30 and 45 kg of body mass

ABSTRACT: The role of gender on protein requirements is controversial, so we aimed to determine the protein requirements of castrated and intact males and females, between 30 and 45 kg of body weight (BW). Values of energy requirements are crucial for properly feeding management of goats. The aim of this study was to determine the energy requirements of females, intact and castrated males of Saanen goats weighting between 30 and 45 kg. Animals were randomly allocated to 2 trials, designed to investigate protein requirements for maintenance and growth. To determine the maintenance requirements we used 85 goats (26 intact males, 30 castrate males, and 29 females) with initial BW of 30.32 ± 0.87 kg. 30 goats (8 intact males, 9 castrated males and 13 females) were slaughtered to use as baseline group. The other goats were allocated in a split block design in a 3×3 factorial arrangement (3 genders - intact males, castrate males, and females with 3 DMI levels - *ad libitum*, and 75% and 50% of *ad libitum* intake). A slaughter group included one kid from each treatment and was slaughtered when the *ad libitum* kid reached 45 kg of BW. Net protein requirements for maintenance was the same for all genders tested and equal to $2.09 \text{ g/kg EBW}^{0.75}$. Net protein requirements for growth were obtained using 65 goats (20 intact males, 22 castrate males, and 23 females) fed *ad libitum* in a completely randomized design and ranged from 154 to 146 g/kg of EBW gain as BW varied from 30 to 45 kg. WE recommended the following equation to estimate total metabolizable protein requirements (g/day): $\text{PMt} = [(4,31 * \text{BW}^{0.75}) / \text{kp}_m] + [(127.5 * \text{BW}) / \text{kp}_g] * \text{ADG}_{\text{expected}}$.

KEY WORDS: body composition, comparative slaughter, efficiency, factorial approach

INTRODUÇÃO

Os caprinos podem ser encontrados em várias regiões geográficas, submetidos a diversas condições ambientais e alimentares graças a sua plasticidade adaptativa e diversidade genotípica. Mesmo assim, até a década de 70, as pesquisas em nutrição desses animais se baseava em comparações com as espécies bovina e ovina, que possuem maior volume de dados publicados, o que pode acarretar recomendações inadequadas para a espécie caprina (MORAND-FEHR, et al, 2005)

A proteína disponível para o metabolismo animal está intimamente ligada aos processos vitais, tais como: a manutenção de tecidos bem como seu crescimento e regeneração, a contração muscular, transporte de nutrientes e formação de hormônios e enzimas. No sentido de tornar as estimativas das exigências proteicas mais exatas, os sistemas de alimentação evoluíram das determinações de exigências expressa em proteína bruta para os modelos atuais com base na proteína metabolizável, que têm permitido maior assertividade nas estimativas das exigências e, por conseguinte, possibilitado maiores ganhos de produtividade (SANTOS, 2006).

Ademais, a ineficiência de uso do nitrogênio, e conseqüente contribuição na poluição ambiental, aumentam com a ingestão de proteína (CASTILHO et al., 2000). A maior exatidão na estimativa das exigências em proteína bem como em outros nutrientes para a espécie caprina traz como benefício a maximização da eficiência de utilização dos alimentos, evitando perdas econômicas, seja por excreção no ambiente ou desempenho animal aquém do desejado. Objetivamos com o presente estudo, determinar as exigências em proteína de machos castrados e não castrados e fêmeas, pesando entre 30 a 45 kg.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais e manejo

Esta pesquisa foi conduzida no Laboratório de Estudos em Caprinocultura da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, localizado na cidade de Jaboticabal (21°15'22" de latitude S, 48°18'58" de longitude W e 595 de altitude). Os procedimentos experimentais foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética e Bem Estar Animal – CEBEA da Universidade Estadual Paulista, UNESP, Jaboticabal sob o número de protocolo 004972-09.

Durante o período que precedeu o experimento, os animais foram desmamados com aproximadamente 60 dias de idade e massa corporal (MC) média de 12 kg. No período após o desmame receberam silagem de milho e concentrado (50:50) à base de milho e farelo de soja até atingirem a MC de 30,3 ± 0,87 kg e 147 dias de idade, quando se iniciou o experimento.

Foram utilizados 120 animais alocados em dois experimentos: um para determinação das exigências de manutenção e outro para determinação das exigências de ganho conforme esquema apresentado na Figura 1.

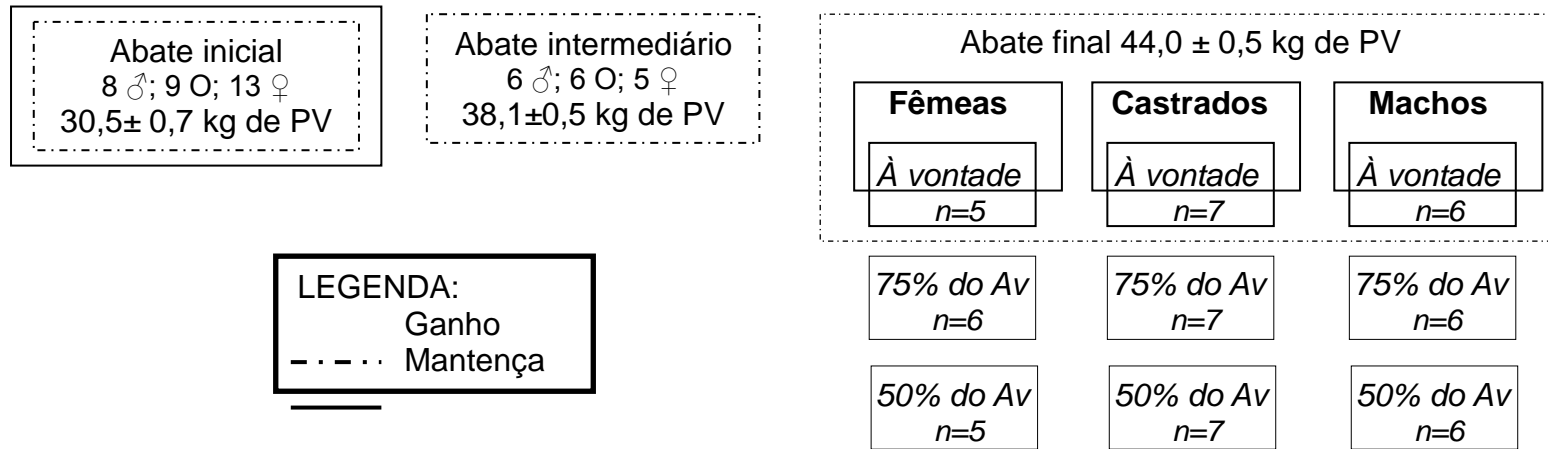


Figura 1. Esquema da disposição dos animais nos tratamentos.

A ração experimental foi balanceada segundo as recomendações do NRC (2007), para animais com 45 kg e ganho médio diário de 100 g/dia (Tabela 1). Foi utilizado como volumoso o feno da planta de milho (feno da planta de milho inteira colhida e picada no ponto de ensilagem), incluído na proporção de 46,19 kg/100 kg de MS. O concentrado consistiu em milho triturado, farelo de soja, óleo de soja, calcário calcítico e premix mineral, incluídos nas proporções de 30,95; 15,24; 1,9; 0,95; 4,76 kg/100 kg de MS, respectivamente. O fornecimento se deu, às 7h e 16h. Durante todo período, os animais tiveram acesso irrestrito à água.

Os ingredientes da ração e sobras foram moídos em peneira de 1-mm utilizando moinho tipo Willey (Arthur H. Thomas Co. Philadelphia, PA), seguida de secagem em estufa 105°C até peso constante da amostra. Procedeu-se análises de extrato etéreo (baseado em método gravimétrico, quando a amostra foi submetida à extração com éter de petróleo por 6 h, AOAC, 1990; metodologia número 930.15); proteína (por combustão de Dumas (ETHERIDGE et al., 1998; utilizando LECO FP-528LC, LECO Corp., St. Joseph, MI), cinzas (queima da amostra em mufla a 600°C por 6 h; AOAC 1990; metodologia número 924.05), FDN com amilase termoestável sem sulfito (VAN SOEST et al., 1991), FDA (GOERING & VAN SOEST., 1970), e energia bruta utilizando calorímetro (IKA Works, Inc., Wilmington, NC).

Tabela 1. Composição em ingredientes e química da ração experimental.

Item	MS (g/kg)	MO (g/kg MS)	PB (g/kg MS)	EE (g/kg MS)	FDN (g/kg MS)	CNF (g/kg MS)	EB (MJ/kg MS²)
Feno de Milho ¹	850	960	85,7	16	568	290	19,15
Farelo de Soja	861	931	541,9	22	158	216,1	20,30
Milho moído	858	989	84,8	47	127	728,3	19,18
Óleo de soja	995	997	-	991	-	-	38,62
Calcário	999	3	-	-	-	-	-
Mistura mineral	969	56	-	-	-	-	-
Dieta	866	907	147,2	48	312	391	18,53

Feno da planta de milho. MS: material seca; MO: matéria orgânica, PB: proteína bruta, EE: extrato etéreo, FDN: fibra em detergente neutro; EB: energia bruta. ²Energia metabolizável calculada segundo ensaio de metabolismo: 12,04 MJ/kg MS.

Ensaio 1. Proteína para manutenção

Utilizamos 85 animais (26 machos não-castrados, 30 machos castrados, e 29 fêmeas) com massa corporal (MC) ao início do ensaio de $30,3 \pm 0,87$ kg e 147 dias de idade. No início do experimento, 30 animais (8 machos não castrados, 9 machos castrados e 13 fêmeas) foram tomados ao acaso e abatidos a fim de constituir o grupo de composição corporal referência inicial. Estes animais foram utilizados para estimar massa de corpo vazio inicial (PCVi; [Eq. 1]) e quantidade de nitrogênio (N) no MCi (ARC, 1980); [Eq. 2] dos animais que foram abatidos no final do experimento.

$$PCVi = a + b \times MCi \quad [1]$$

$$Ni = a + b \times PCVi \quad [2]$$

Em que: Ni = total de nitrogênio no PCVi (g); PCVi (kg) = massa de corpo vazio inicial.

O teor de nitrogênio inicial foi utilizado para o cálculo da retenção de N no corpo vazio.

O restante dos animais foi aleatoriamente distribuído em parcelas de três animais do mesmo sexo, aleatoriamente designados a um nível de alimentação: consumo de matéria seca (CMS) à vontade e restrição de 75 ou 50% do CMS do tratamento à vontade, para machos não castrados, castrados e fêmeas. Ao final, os grupos permaneceram de forma desbalanceada: 6 grupos de fêmeas, sendo (2 incompletos: um sem o animal alimentado à vontade e outro sem o animal restrito em 50%), 6 grupos completos de machos não castrados e 7 grupos completos de machos castrados. A ingestão de alimento dos animais alimentados à vontade foi ajustada, diariamente, de forma a manter sobras em torno de 20% do fornecido. As sobras de alimentos de todos os animais que foram também amostradas e armazenadas para posteriores análises laboratoriais.

Ao abate, pesamos o animal para obter a MC ao abate. Em seguida, os animais foram insensibilizados com pistola de concussão, e abatidos pela secção das veias jugulares e artérias carótidas, coletamos e pesamos o sangue. Realizamos esfola para a retirada da pele e coleta de amostras representativas da

pele em diferentes pontos. Retiramos órgãos e vísceras por secção realizada do externo até a cavidade abdominal. O trato gastrointestinal (TGI) foi pesado antes e após a retirada do conteúdo. Este peso foi utilizado para a determinação de massa de corpo vazio (PCV), calculado pela subtração da MC e do conteúdo do TGI, da bexiga e vesícula biliar. O corpo de cada animal (sangue, órgãos, cabeça, patas e carcaça) foi congelado a -10°C . O corpo congelado foi picado com serra de fita, moídos em peneira com crivos de 0,50 cm e cuidadosamente homogeneizados e foram retiradas três amostras representativas de todo o corpo do animal. As amostras de pele foram picadas, moídas e homogeneizadas separadamente. Tanto as amostras de corpo como as de pele foram armazenadas a -10°C para realização de análises laboratoriais.

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

Posteriormente as amostras de corpo e pele foram acondicionadas em potes plásticos. Nestas amostras determinamos o conteúdo de matéria seca (AOAC, 1990; método número 930.15); matéria mineral (AOAC, 1990; método número 942.05); extrato etéreo (AOAC, 1990, método número 920.39); proteína bruta via método de combustão de Dumas (Leco model FP – 528 LC, Leco Corporation), como descrito por ETHERIDGE et al. (1998).

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

O consumo de proteína metabolizável foi estimado por valores tabelados (NRC, 2007) de cada ingrediente da dieta experimental. Feito isso, a exigência de proteína metabolizável (PM) para manutenção foi estimada pela ingestão de PM quando a retenção de proteína foi igual à ingestão da mesma. Adicionalmente utilizou-se a

proposta de LUO et al. (2004), para estimar PM_m . Na qual a ingestão de proteína metabolizável, IPM ($g/kg MC^{0.75}$) foi expresso em função do ganho de massa diário (GPD); o intercepto foi considerado a exigência de proteína metabolizável para manutenção (PM_m), enquanto que a inclinação da reta foi a exigência de proteína metabolizável para ganho (PM_g).

No momento em que os animais alimentados à vontade detinham MC de $38,3 \pm 0,71$ kg, foi realizado um ensaio de digestibilidade. Os animais foram mantidos, individualmente, em gaiolas de metabolismo. A dieta ofertada, sobras, fezes foram coletadas por cinco dias consecutivos. Fezes, dieta ofertada e sobras foram pesadas diariamente amostradas e armazenadas a $-20^\circ C$. A posteriori, foram homogeneizadas e levadas a estufa a $65^\circ C$ por 72 h e em seguida moídas em moinho tipo Willey com peneira de crivo de 1 mm, e analisadas para MS, proteína, cinza e FDN conforme descrito anteriormente.

Ensaio 2. Proteína para ganho

Utilizamos 65 caprinos (20 machos não-castrados, 22 machos castrados e 23 fêmeas) para estimativa da proteína líquida para ganho (PL_g), em delineamento inteiramente casualizado em fatorial 3×3 (três condições sexuais e três pesos de abate). Estes animais foram alimentados à vontade com a mesma dieta apresentada na Tabela 1. Os 30 animais referência inicial, foram os mesmos utilizados no primeiro ensaio (8 machos não castrados, 9 machos castrados e 13 fêmeas). Quando os animais estavam com $38,1 \pm 0,49$ kg de MC, 6 machos não castrados, 6 machos castrados e 5 fêmeas foram abatidos com o objetivo de representar a composição corporal dos animais no meio do experimento, o restante dos animais foram abatidos com $44,0 \pm 0,5$ kg de MC (6 machos não castrados, 7 machos castrados e 5 fêmeas).

Procedimentos de abate e laboratoriais foram idênticos aos descritos anteriormente. Utilizamos equações alométricas logaritmizadas [Eq. 3] para predizer as concentrações de nutrientes (g) a partir do PCV (kg) (ARC, 1980).

$$\text{Log } y = a + b \times \text{Log } x$$

[3]

A primeira derivada da [Eq. 3] resulta em estimativa da composição do ganho em PCV [Eq. 4]:

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

Onde a proteína é dada em g/kg de ganho de PCV (kg); a e b são os parâmetros estimados pela [Eq. 3].

Comparação de modelos

Adicionalmente, comparamos e avaliamos dois sistemas de alimentação que publicaram suas equações (AFRC e NRC), com foco nas estimativas de consumo de matéria seca e ganho de massa diário de caprinos. Utilizando dados individuais de CMS, ingestão de PM e composição corporal (com base no abate comparativo). Vale ressaltar que a proteína metabolizável foi estimada para cada ingrediente componente da dieta, de acordo com valores tabelados pelo NRC (2007).

O CMS foi comparado utilizando exclusivamente os dados dos animais alimentados à vontade (46 observações no total). Nos sistemas estudados, o CMS é estimado, considerando valores iniciais que são ajustados em função da concentração de EM da dieta (AFRC, [Eq. 5]), ou com base digestibilidade da dieta (NRC, [Eq. 6]).

$$\text{CMS} \left(\frac{\text{g}}{\text{d}} \right) = (76,6 \times \text{MC}^{0,75}) \times (-0,666 + 1,333 \times \text{EM} - 0,266 \times \text{EM}^2) \quad [5]$$

$$\text{CMS} \left(\frac{\text{g}}{\text{d}} \right) = 0,04 \times \text{MCR} \times \left(\frac{\text{N}}{\text{MCR}} \right) \times \left(1,7 - \frac{\text{N}}{\text{MCR}} \right) \times [(1 - 1,7) \times (0,8 - \text{DIG})] \quad [6]$$

As comparações do GPD foram feitas utilizando o CMS observado para cada animal. Nessa comparação consideramos o consumo de proteína metabolizável observada e as equações para estimativa das exigências de manutenção e ganho em

massa preconizadas pelo AFRC ([Eq. 7] e [Eq. 8]) e NRC ([Eq. 9] e [Eq. 10]), respectivamente.

$$PMm\left(\frac{g}{d}\right) = 2,19 \times MC^{0,75} \quad [7]$$

$$PMg\left(\frac{g}{d}\right) = \frac{157,22 - 0,694 MC}{0,59} \quad [8]$$

$$PMm\left(\frac{g}{d}\right) = 3,07 \times MC^{0,75} \quad [9]$$

$$PMg\left(\frac{g}{d}\right) = 0,290 \times GPD \quad [10]$$

Os sistemas de alimentação foram avaliados pela regressão dos resíduos (valor observado menos o predito) pelos valores preditos centralizados na média destes conforme St-Pierre (2003). Sendo assim, o intercepto da equação de regressão, quando estatisticamente diferente de zero, foi tido como o viés médio; enquanto que o viés linear foi à inclinação dessa equação, quando diferente de um.

Análises estatísticas

Os dados de exigência para manutenção e ensaio de metabolismo foram analisados como parcelas subdivididas e com modelo misto; consideramos como efeitos fixos a parcela condição sexual (gl = 2), o nível de ingestão como sub-parcela (gl = 2) e a interação entre os dois efeitos (gl = 4), assumimos os grupos aninhados em condição sexual como efeito aleatório (gl = 16).

O ensaio para estimativa de requerimentos para ganho foi inteiramente casualizado com efeitos fixos condição sexual (gl = 2) e peso (gl = 2). Assumimos que o resíduo associado a cada observação foi iid $N(0, \sigma^2_{ij})$. Os efeitos de nível de alimentação em cada categoria sexual foram comparados usando-se a diferença mínima significativa de Fisher (i.e., a opção DIFF do comando LSMEANS). Utilizamos contrastes ortogonais para testar o efeito de categoria sexual nos interceptos e inclinações estimados nas equações de regressão.

Em todas as comparações, significância foi declarada a $P < 0,05$. As comparações dos modelos foram realizadas conforme St-Pierre (2003)

RESULTADOS

A composição corporal proteica em caprinos de 30 kg de massa corporal não é influenciada pela condição sexual

A equação de regressão desenvolvida com dados dos animais referência inicial para estimar o PCV_i pelo MC_i foi significativa ($P < 0,0001$) e não diferiu entre condições sexuais ($P = 0,0519$), portanto única equação foi proposta ([Eq. 7], RMSE = 0,5773).

$$\text{PCV}_i = 9,80 \pm 2,64 + 0,49 \pm 0,08 \times \text{MC}_i \quad [7]$$

A proteína no PCV_i não diferiu entre categorias sexuais e foi estimada a partir da [Eq. 8]: ($P < 0,0001$; RMSE = 0,4609).

$$\text{Log proteína} = -0,47 \pm 0,54 + 2,94 \pm 0,39 \times \text{LogPCV} \quad [8]$$

Desempenho, composição corporal e digestibilidade

Inesperadamente, a MC_i dos machos foi superior nos machos não-castrados, quando comparados aos castrados e fêmeas (34,9; 30,2 e 28,8 kg; respectivamente). Portanto, o MC_i foi incluído como covariável para testar todas as outras variáveis deste estudo. Os animais foram abatidos com média de 246 ± 13 dias de idade sendo 88 dias de período experimental, não observamos efeito para sexo ($P = 0,16$). Como consequência do tratamento imposto, o CMS, GPD, PCV e ganho em PCV dos caprinos alimentados à vontade foram maiores ($P < 0,0001$) que os dos submetidos a níveis de ingestão restrita.

Os animais alimentados à vontade consumiram, em média, $2,78 \pm 0,058$ % MC, a restrição imposta foi de 72,3 e 49,2 % do consumo observado dos animais irrestritos e consumiram 2,25 e 1,70 % MC. O decréscimo do consumo expresso em

relação à MC, não decresceu na mesma magnitude do consumo em kg e foi 81 e 61,2% do CMS dos animais irrestritos. Indicando que a perda de MC devido à restrição alimentar menos intensa que a redução do CMS em kg. Animais alimentados à vontade apresentaram de 13 a 20% maior proporção de gordura no PCV que os submetidos a níveis de consumo restrito. Fêmeas apresentaram em média 13% e 30% maior teor de gordura no PCV que machos castrados e não castrados, respectivamente. A concentração de proteína no PCV não foi influenciada por categoria sexual ou por nível de alimentação, com média geral de 16,7%.

Esses animais, ao abate, apresentavam de 45 a 65 % do peso à maturidade, fase caracterizada por decréscimo nas taxas de crescimento. Isso pôde ser verificado pelo GPD dos animais: dos 30 aos 45 kg de MC o GPD médio para machos não castrados e castrados e fêmeas foi de $122,5 \pm 39$ g/d; enquanto que para os animais dos 30 aos 37,5 kg de MC a taxa de GPD foi 20 % superior. Isso foi acompanhado com aumento no acúmulo de tecido adiposo e manutenção da porcentagem de proteína no corpo vazio (Tabela 2).

O teor de água no PCV dos machos foi em média 59,06%, valor 8% e 13% superior ao dos machos castrados e fêmeas, respectivamente. Adicionalmente, a porcentagem de água no corpo dos animais irrestritos, com nível de ingestão de 75 % e 50% aumentou com o decréscimo do nível de ingestão, apresentando valores de: 52,04; 55,3 e 57,4, nesta ordem. A porcentagem de gordura no PCV foi marcadamente influenciada pela categoria sexual, de forma que observamos fêmeas teor médio de gordura nas fêmeas de 28,1 %; valor 31% maior que machos não castrados e 13,1% superior aos castrados. Houve ainda efeito do nível de ingestão na gordura corporal, decrescendo 26,9; 23,5 para 21,3 % conforme o nível de ingestão diminuiu. Esse efeito observado na porcentagem de gordura no PCV, acarretou diluição da matéria mineral, resultando em menor porcentagem desta no corpo dos animais irrestritos (3,9%) quando comparados aos indivíduos restritos: 75 ou 50 % de nível de ingestão (4,6 e 4,9; respectivamente).

Tabela 2. Desempenho e composição corporal de caprinos Saanen, machos não castrados, castrados e fêmeas submetidos a diferentes níveis de alimentação

Variável	Macho não castrado			Macho castrado			Fêmea						
	<i>AL</i> ¹	75	50 ³	<i>AL</i>	75	50	<i>AL</i>	75	50	EPM	CS	<i>L</i>	CSxL
MC, kg	44,1	37,8	33,1	44,4	37,2	30,9	43,6	36,3	30,5	0,691	0,303	**	0,25
CMS, g/d	1113	818	582	1106	793	561	1039	769	534	26,58	0,07	**	0,94
GPD, g/d	139,5	90,4	3,4	137,4	90,9	2,4	120,7	75,3	2,4	10,54	0,89	**	0,77
PCV, kg	37,6	31,65	26,7	37,7	31,1	25,3	37,8	30,8	24,8	4,85	0,38	**	0,21
Ganho PCV,g/d	133,8	78,8	2,8	131,9	71,7	2,0	102,6	66,7	1,6	7,43	0,68	**	0,97
Água, % PCV	55,9	60,3	60,9	52,2	53,6	57,1	47,9	51,9	53,8	0,74	**	**	0,60
Proteína,% PCV	17,1	16,5	16,3	16,9	16,9	17,4	17,0	16,6	16,5	0,47	0,63	0,43	0,55
Gordura,% PCV	22,6	18,1	17,1	26,7	25,4	20,8	31,5	26,9	25,8	0,99	**	**	0,45
Cinzas, % PCV	4,35	5,06	5,64	4,19	4,36	4,67	3,21	4,54	4,64	0,25	0,08	0,002	0,48

Nível de alimentação (*L*); categoria sexual (*CS*)¹ *Ad libitum*; ² nível de ingestão 75% do *ad libitum*; ³ nível de ingestão 50% do *ad libitum*. EPM = erro padrão da média, maior valor observado, uma vez que se trata de um experimento desbalanceado. ** P < 0,0001. MC, massa corporal; CMS, consumo de matéria seca; GPD, ganho de massa diário; PCV, massa de corpo vazio;

O nível de ingestão e a categoria sexual afetaram a digestibilidade da MS e PB durante o ensaio de digestibilidade (Tabela 3). Como esperado, o CMS, ingestão de nitrogênio e MC foram maiores em animais alimentados à vontade que nos submetidos à restrição sem efeito significativo da categoria sexual nestes. A digestibilidade da MS, PB e FDN foram maiores em animais submetidos a nível de alimentação de 50%. Fêmeas apresentaram coeficiente de digestibilidade da MS superior à média dos machos na ordem de 11,7%. O que pode ser uma resultado não da categoria sexual em si, mas do CMS diferenciado, acarretando em influência semelhante na digestibilidade de PB e FDN.

Tabela 3. Digestibilidade e balanço de nitrogênio em caprinos Saanen submetidos à restrição alimentar

Variável	Macho não castrado			Macho castrado			Fêmea			EPM	CS	L	CSxL
	AL ¹	75	50 ³	AL	75	50	AL	75	50				
MC, kg	39,2	33,9	30,2	37,1	32,5	29,2	38,3	32,5	28,8	0,46	0,08	**	0,69
CMS, g/d	1018,7	818,7	770,7	933,1	688,5	533,6	917,9	603,4	505,0	130,8	0,06	**	0,38
Consumo N, g/d	22,3	18,1	12,3	19,4	17,0	13,2	19,1	16,8	12,9	5,41	0,55	0,017	0,38
Coeficientes de Digestibilidade (%)													
MS	68,2	69,6	79,1	67,6	65,5	71,6	67,6	75,7	83,0	5,09	0,007	0,001	0,18
PB	63,4	76,8	65,5	64,4	66,3	75,6	66,1	72,9	81,6	6,24	0,010	0,0003	0,30
FDN	51,3	56,2	67,2	45,9	47,9	57,9	49,4	60,9	73,6	7,88	0,007	**	0,61

MC = Massa corporal média no período do ensaio de digestibilidade. CMS = Consumo de material seca no período de ensaio de digestibilidade. MS = Matéria seca. PB = proteína bruta. FDN = fibra solúvel em detergente neutro. EPM = erro padrão da média, maior valor observado, uma vez que se trata de um experimento desbalanceado. ** P < 0,0001.

Exigências de proteína para manutenção não difere entre condições sexuais

Pelo método do abate comparativo, a estimativa da exigência líquida de proteína para manutenção, dada pelo o intercepto da regressão linear do N retido diariamente no ganho (g de N/ kg PCV^{0,75}) e a ingestão diária de N (g de N/ kg PCV^{0,75}) foi igual à 334 ± 47 mg de N/kg PCV^{0,75} de perdas mínimas de N, que corresponde a 2,09 ± 0,29 g PB/kg PCV^{0,75}, valor tomado como a PL_m, e não diferiu entre as categorias sexuais ($P = 0,3533$). Adicionalmente, a exigência dietética de N para manutenção foi 6,59 g de PB/ kg PCV^{0,75}, dada pela ingestão de N quando extrapolamos a retenção de N para zero.

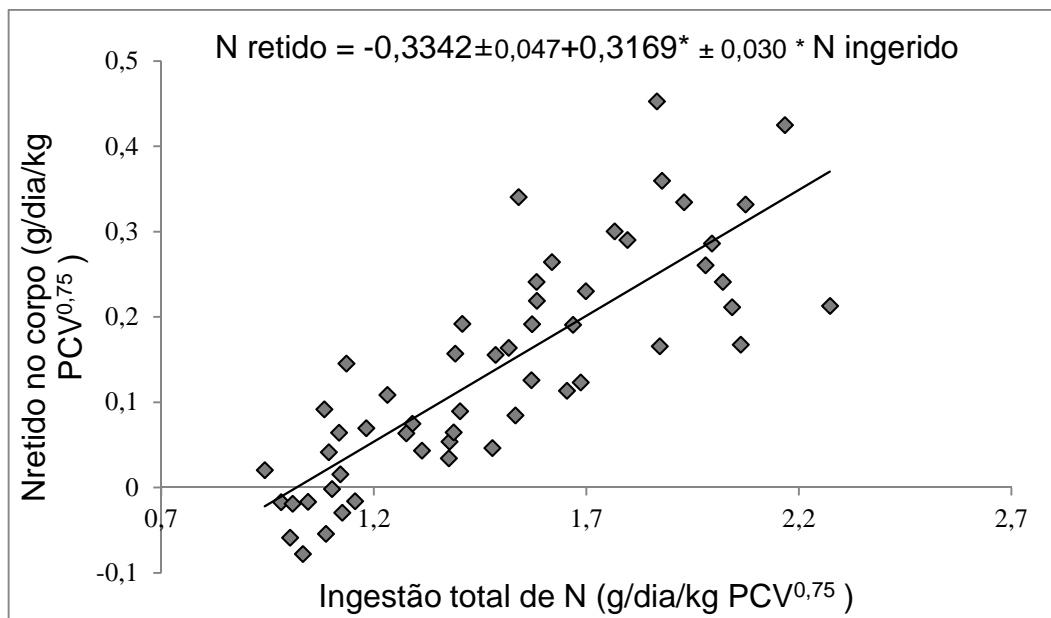


Figura 2. Relação entre a retenção e ingestão de nitrogênio em caprinos Saanen pesando de 30 a 45 kg de MC. ($P < 0,001$, RMSE = 47,9)

A equação de regressão da proteína metabolizável ingerida pela proteína retida (Figura 3) indicou uma exigência de 2,23 g proteína líquida para manutenção (PL_m)/kg PCV^{0,75}, e eficiência parcial de utilização da proteína metabolizável para ganho (k_{gp}) de 0,52. Quando o N retido no corpo foi igualado ao N ingerido, ambos em g/dia/kg PCV^{0,75}, por método iterativo, encontramos a proteína metabolizável necessária para a manutenção (PL_m): 4,31 g/kg PCV^{0,75}. Considerando 2,09 ± 0,29 g PL_m/kg PCV^{0,75}, a eficiência parcial de utilização da proteína metabolizável para manutenção foi de 50,1%.

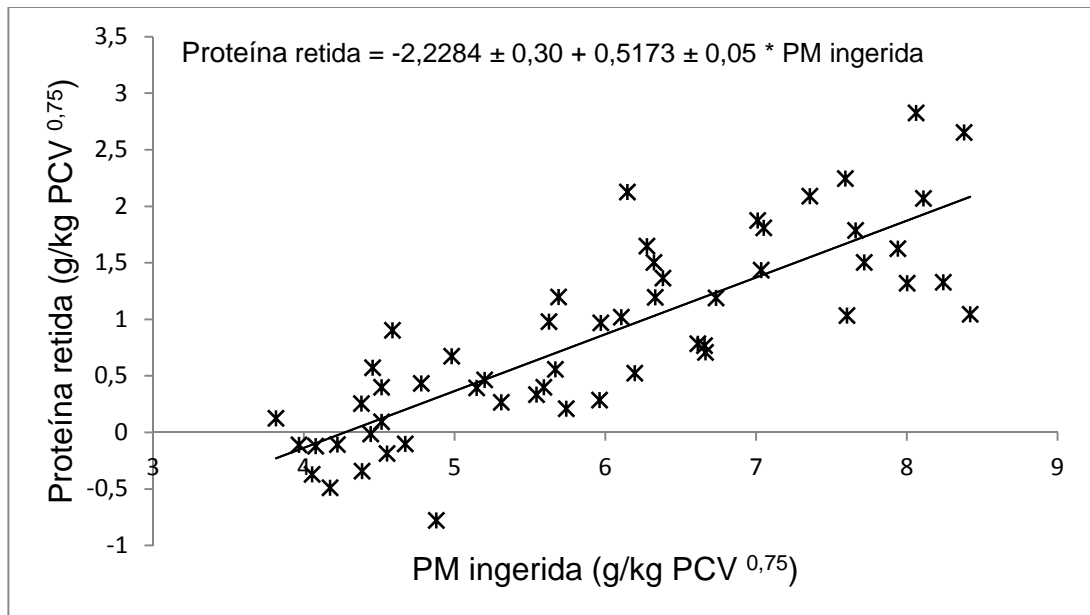


Figura 3. Relação entre a proteína retida e ingestão de proteína metabolizável em caprinos Saanen pesando de 30 a 45 kg de MC. ($P < 0,0001$, RMSE = 0,4649), sem efeito significativo de categoria sexual ($P = 0,41$) e interação ($P = 0,52$).

Pela metodologia proposta por Luo et al. (2004), nossos resultados geraram a Eq. [5]; ($P < 0,0001$, RMSE = 0,4723), sem efeito significativo de categoria sexual ($P = 0,2381$) e interação ($P = 0,1401$).

$$PMI = 3,8465 \pm 0,0998 + 0,06860 \pm 0,003855 \times GPD \quad [5]$$

Na qual, PMI foi a proteína metabolizável ingerida diariamente em g/kg de $MC^{0,75}$ e GPD o ganho de massa diário em g/kg de $MC^{0,75}$.

De acordo com essa metodologia, a PM_m foi estimada em 3,84 g/kg de $MC^{0,75}$, valor 10,9% inferior ao estimado pelo abate comparativo.

Exigências de proteína para ganho não difere entre condições sexuais

Apresentamos, na Tabela 4, as equações alométricas utilizadas para estimar a composição corporal dos animais, onde não observamos diferenças entre categorias sexuais para composição corporal em água, proteína e matéria mineral ($P > 0,05$).

Tabela 4. Equações alométricas para estimar a composição corporal de caprinos Saanen machos não castrados, castrados e fêmeas.

Variável ¹	Equações alométricas	RMSE ²	MC (kg)		
			30	37	45
PCV,kg	$PCV = -4,14 (\pm 0,78) + 0,94(\pm 0,021) \times MC$	0,99	24,1	30,7	38,2
Água, g/kg PCV	$\text{Log}[H_2O] = 2,71 (\pm 0,063) + 1,0139 (\pm 0,04) \times \text{Log}[PCV]$	0,027	12920	16504	20613
MM ² , g/kg PCV	$\text{Log}[MM] = 1,68 (\pm 0,18) + 0,94 (\pm 0,12) \times \text{Log}[PCV]$	0,08	953	1195	1469
Proteína, g/kg PCV	$\text{Log}[PB] = 2,3906 (\pm 0,11) + 0,8898 (\pm 0,07) \times \text{Log}[PCV]$	0,48	4172	5172	6286

¹ RMSE raiz quadrada média do erro.² Matéria Mineral

Nesta fase de crescimento a PL_g não diferiu entre condições sexuais ($P > 0,72$) e foi dada pela primeira derivada da equação alométrica apresentada na tabela 4.

$$PL_g = 218,722 \times PCV^{-0,1102} \quad [7]$$

Quando aplicamos a Eq. [7] a PL_g diminuiu de 154 a 146 g/kg de ganho em PCV quando a MC variou de 30 para 45 kg. Para transformar as exigências de proteína por g de ganho em PCV em exigências por kg de ganho em PV, encontramos os fatores de correção de 1,2; 1,18 e 1,15 para 30, 37,5 e 45 kg respectivamente, pela relação MC:PCV ao abate.

A comparação da exigência de proteína total (manutenção + ganho) observada neste estudo foi superior à predita pelo NRC (2007) e AFRC (1998), Figura 4a e 4b. Estes sistemas de alimentação foram avaliados pela regressão dos resíduos pelos valores preditos centralizados, de forma que o intercepto da equação de regressão, quando estatisticamente diferente de zero, foi tido como o viés médio; enquanto que o viés linear foi à inclinação dessa equação, quando diferente de um. Quando comparamos os valores observados de CMS dos animais à vontade com os preditos pelo NRC (2007), estimamos intercepto de $-440,2 \pm 23,8$ ($P < 0,0001$) e inclinação de $-0,48 \pm 0,19$ ($P < 0,02$); (RMSE = 161,14; $P = 0,01$). Já segundo o AFRC (1998) a estimativa do intercepto foi de $-115,6 \pm 17,1$ ($P < 0,0001$) e da inclinação $0,63 \pm 0,22$ ($P < 0,006$), destacamos menor dispersão dos dados na comparação desse sistema (RMSE = 115,71; $P = 0,006$). Detectamos superestimava do CMS desses animais, na ordem de 440, 2 e 115,6 g/d pelo NRC e AFRC, respectivamente.

O GPD predito pelos sistemas com base na ingestão de proteína metabolizável observada e nas estimativas das exigências proteicas de cada sistema foi superior ao de fato observado nos animais (Figura 4b). Em comparação com as predições do NRC (2007), estimamos intercepto de $-84,85 \pm 6,38$ ($P < 0,0001$) e inclinação de $-0,23 \pm 0,19$ ($P = 0,22$, igual a um); (RMSE = 37,77; $P = 0,021$). A comparação do AFRC (1998) resultou em estimativa do intercepto de $-206,54 \pm 6,41$ ($P < 0,0001$) e da inclinação $0,43 \pm 0,14$ ($P = 0,0045$), (RMSE = 37,89; $P = 0,0047$).

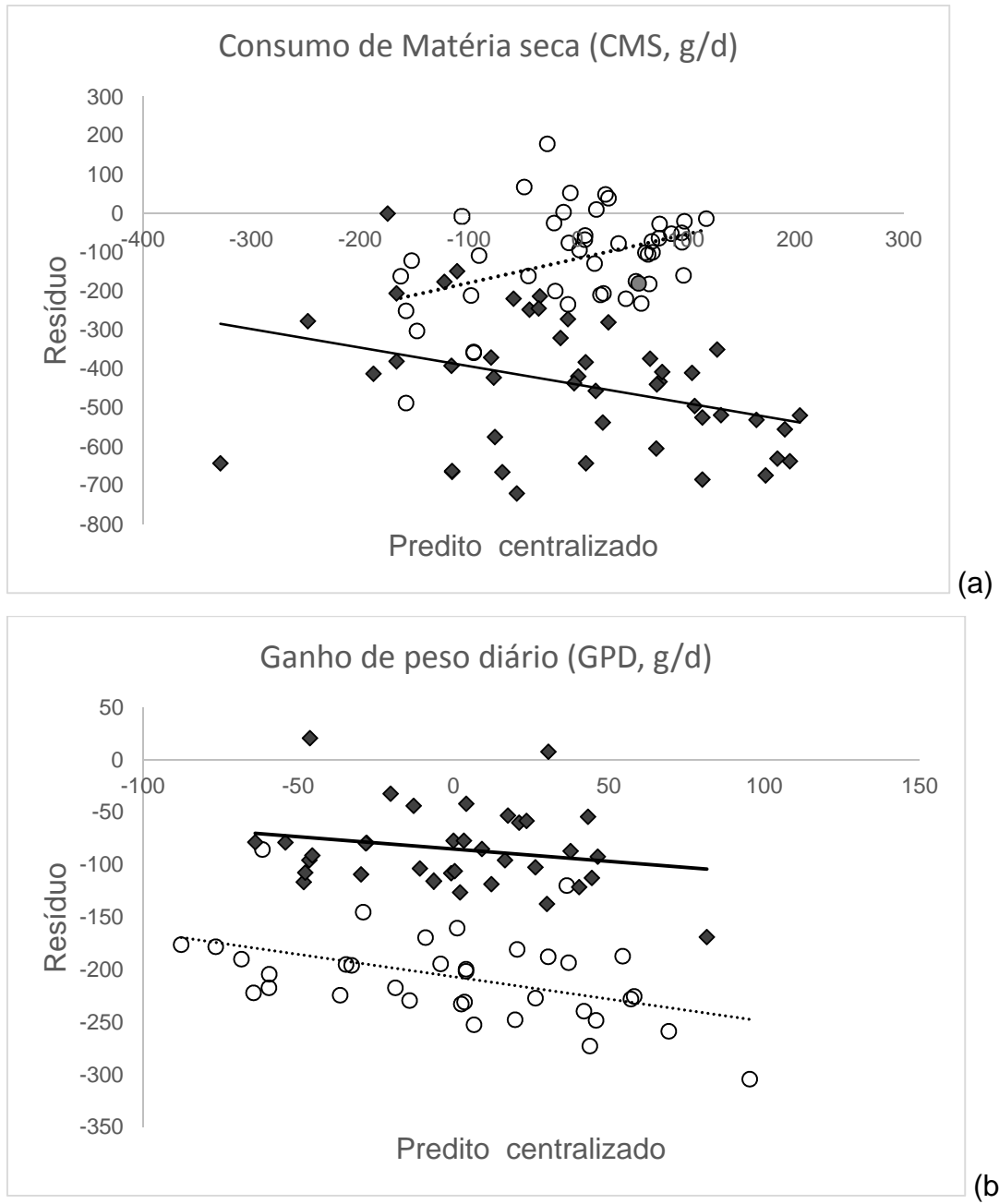


Figura 5. Gráfico do CMS (a) e GPD (b) preditos pelo NRC (2007) (◆) e AFRC (1998) (●) pelo seus resíduos.

DISCUSSÃO

Valores superiores nos coeficientes de digestibilidade de MS, PB e FDN das fêmeas pode não refletir efeito da categoria sexual em si, mas do CMS diferenciado. Outros fatores ligados ao comportamento ingestivo, não elucidados neste estudo, podem ter influenciado no resultado encontrado. A literatura reporta que a utilização dos nutrientes no trato gastrintestinal responde à quantidade de nutrientes ingeridos e é dependente do consumo (BLAXTER et al., 1956; DIAS et al., 2011). Estes estudos apontam aumento da digestibilidade da MS e nutrientes com a redução do consumo, o que corroboram com nossos resultados do ensaio de digestibilidade.

O crescimento pode ser descrito como uma curva sigmoide em que no início da vida e durante a puberdade, as taxas de ganho em massa são maiores, principalmente devido a deposição de tecidos ósseo e muscular; as taxas de ganho vão diminuindo à medida que a maturidade se aproxima (BERG & BUTTERFIELD, 1976; OWENS et al., 1993; LAWRENCE & FOWLER, 2002). Nossos resultados indicam que nossa amostra populacional estava próximo à maturidade. Constatamos que a proteína, em porcentagem de corpo vazio, não diferiu quando a massa aumentou de 30 a 45 kg de MC com média de 17,1 % de PCV, enquanto que a porcentagem de gordura no PCV aumentou e diferiu marcadamente nas categorias sexuais estudadas.

O consumo de matéria seca de caprinos pode variar de 1,99 a 4,99 % do MC (LUO et al., 2004) e ele define as estratégias alimentares por causa de seu impacto no desempenho, já que o consumo voluntário é a base para cálculo de dietas. Em nosso caso, o CMS dos animais alimentados à vontade, em % MC (2,78 % MC), nesse estudo foi em média 28% inferior ao encontrado nas tabelas de recomendação do NRC (2007). Além disso, decréscimo do consumo expresso em relação à MC, não decresceu na mesma magnitude do consumo absoluto e foi 81 e 61,2% do CMS dos animais irrestritos. Indicando que a perda de MC devido à restrição alimentar menos intensa que a redução do CMS em kg.

Já que o método adotado pelo NRC subestima a PM_m , é plausível que apesar do consumo de PM ($99,36 \pm 8,22$ g) observado neste estudo suportar, teoricamente, ganhos de 150 g/d em um animal de 45 kg de MC, observamos GPD 25% inferior ao tabelados pelo NRC (2007), o que indica que estes podem subestimar as exigências

dos animais nesta fase de vida. Apesar de a ração ter sido formulada para animal de massa máxima da fase testada, de forma que animais mais leves (< 45 kg de MC) apresentaram maiores ganhos de peso, nossos resultados apontam subestimativa das exigências em proteína para a fase, o que associado ao CMS observado (Figura 4a e 4b), pode explicar essa incongruência.

Não detectamos diferenças entre o CMS entre categorias sexuais. Hicks et al. (1990) reportam que é esperado que existe diferença entre o CMS entre categorias sexuais, uma vez que a composição corporal entre categorias sexuais é distinta e pode interferir no consumo, contudo o CMS não foi estatisticamente relevante para o efeito de categoria sexual em nosso estudo.

O animal possui uma demanda mínima de proteína, referente à reposição do nitrogênio excretado do organismo, denominada exigência líquida de proteína para manutenção (AFRC, 1993). As estimativas da PL_m , tanto pela regressão do N retido no corpo pela ingestão total de N, quanto pela regressão da proteína retida no corpo pela ingestão de proteína metabolizável, resultaram em estimativas consistentes (2,09 e 2,23 g/kg $PCV^{0,75}$, respectivamente), o que indica que o cálculo da proteína metabolizável ingerida por meio dos valores tabelados dos ingredientes (NRC; 2007) é uma alternativa viável quando informações de PM não se fazem disponíveis.

Utilizamos dois métodos para estimar a PM_m : o abate comparativo e a metodologia proposta por Luo et al. (2004). Essas duas formas de estimativa retornaram resultados semelhantes: 3,75 g/kg $MC^{0,75}$ no abate comparativo e 3,85 g/kg $MC^{0,75}$ no dose-resposta proposto Luo et al (2004). A metodologia de Luo et al. (2004) não contempla a composição do ganho, porém é simples e útil em nível de campo.

A atual recomendação de PM_m do NRC (2007) é de 3,07 g/kg $MC^{0,75}$, valor 28,7% inferior ao encontrado neste estudo. Vale salientar que os resultados aqui reportados se referem a uma específica e estreita fase de crescimento, enquanto o NRC faz inferência para a fase de crescimento como um todo. Outros sistemas de alimentação propõe valores PM_m de caprinos: AFRC (1998) recomenda 2,19 g/kg $MC^{0,75}$ e o INRA (1989) 2,3 g/kg $MC^{0,75}$, valores inferiores aos encontrados neste trabalho. Uma das principais fontes de variação está na k_{pm} , que assume valores bastante distintos de acordo com cada sistema de alimentação: 0,67, NRC (2001);

0,85, ARC (1980) até 1,00, AFRC (1998) e NRC (2007). De acordo com nossas estimativas, a k_p seria inferior a todos os recomendados atualmente (50,1%).

A PL_g variou entre 15,04 a 15,46 g/100 g de ganho em MC em animais pesando entre 30 e 45 kg. Aplicando a eficiência de utilização de proteína para ganho de 51,73%, recomendamos 28,02 g de PM/100g de ganho em MC, valor próximo do recomendado pelo NRC (2007).

O resultado de todas as diferenças de recomendações associados às distintas eficiências de utilização entre nosso trabalho e dois sistemas de alimentação: NRC (2007) e AFRC (1998), foi sumarizado na Figura 4, tendo como balizador o GPD observado nos animais alimentados a vontade. Em termos práticos, os sistemas testados oferecem estimativas aquém das necessidades dos animais, o que explica a resposta em GPD observada nos animais (25% inferior a esperada). O NRC (2007) superestima o GPD em quase 85 g, enquanto que para o AFRC (1998) esse valor chega a 206,5 g/d.

Os sistemas de alimentação aqui citados não consideram a existência diferenças nas exigências entre categorias sexuais, não há relato de um experimento que de fato testou isso e essa ausência de informação é constantemente citado como ponto fraco de sistemas (LUO et al.,2004; NRC, 2007; SAHLU et al, 2009). Com este experimento, podemos afirmar que apesar das diferenças hormonais que poderiam afetar a deposição de tecidos (DEAMBROSIS, 1972; JACOBS et al., 1972; BERG & BUTTERFIELD,1976; BREIER et al.,1991), *turnover* proteico (BREIER,1999; DOUGLAS et al, 1991) e supostamente as exigências dos animais, diferenças não foram detectadas nas exigências de proteína de caprino em fase final de crescimento.

CONCLUSÃO

Para caprinos dos 30 aos 45 kg, o ganho corporal de massa proteica, o qual define sua exigência líquida de proteína, é diretamente dependente do consumo de proteína, entretanto, independe da categoria sexual. É eminente a necessidade de estimativa mais acurada do consumo, já que sem boa predição deste, inferências acerca do desempenho são imprecisas.

REFÉRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRC. Agricultural and Food Research Council. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB INTERNATIONAL, 159 p.1993.
- AFRC. Agricultural and Food Research Council. **The nutrition of goats**. Wallingford: CAB INTERNATIONAL, 118 p 1998.
- AOAC, 1990. **Official Methods of Analysis**. Vol. I. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- ARC. Agricultural Research Council. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. London: The Gresham Press, 1980. 351 p.
- BERG, R. T. & R. M. BUTTERFIELD. **New Concepts of Cattle Growth**, Sydney University Press.240p. 1976.
- BLAXTER, K. L., GRAHAM, N. McC. AND WAINMAN, F. W.. Some observations on the digestibility of food by sheep, and on related problems. **British Journal of Nutrition**, v.10, p. 69-91, 1956.
- BREIER B.H. Regulation of protein and energy metabolism by the somatotropic axis **Domestic Animal Endocrinology**, n. 17, 209–218,1999.
- BREIER B.H., GLUCKMAN P.D., MCCUTCHEON S.N., DAVIS S.R.. Physiological responses to somatotropin in the ruminant. **Journal of Dairy Science**;n. 74(suppl. 2):20 –34,1991.
- CASTILHO, A. R.; KEBREAB, E. BEEVER, D.E.; FRANCE, J. A review of efficiency of nitrogen utilization in lactating dairy cows and its relationship with environmental pollution. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 9, p. 1-32, 2000.
- DEAMBROSIS, A. Producción de carne ovina. II. Crecimiento. In: **Producción y comercialización de carnes**. Montevideo: Universidade de La República. Montevideo, 1972.
- DIAS, R. S., PATINO, H. O., LÓPEZ, S., PRATES, E., SWANSON, K. C., FRANCE, J. Relationships between chewing behavior, digestibility and digesta passage kinetics in steers fed restricted and ad libitum levels of oat hay. **Journal of Animal Science**, published online February 4, 2011.
- DOUGLAS R.G., GLUCKMAN P.D., BALL K., BREIER B.H., SHAW J.H. The effects of infusion of insulin-like growth factor (IGF) I, IGF-II, and insulin on glucose and protein metabolism in fasted lambs. **The Journal of Clinical Investigation**;n. 88:614 –22,1991
- ETHERIDGE, R. D., G. M. PESTI, AND E. H. FOSTER.. A comparison of nitrogen values obtained utilizing the Kjeldahl nitrogen and Dumas combustion methodologies (Leco CNS 2000) on samples typical of an animal nutrition analytical laboratory. **Animal Feed Science and Technology** 73(1-2):21-28, 1998.

GOERING, H. K., C. H. GORDON, R. W. HEMKEN, P. J. VAN SOEST, AND L. W. SMITH. Analytical measures of heat damaged forage and nitrogen digestibility. **Journal of Dairy Science** 53(5):676, 1970..

HICKS, R. B., OWENS, F. N., GILL, D. R., OLTJEN, J. W., & LAKE, R. P. Daily dry matter intake by feedlot cattle: influence of breed and gender. **Journal of animal science**, v. 68(1), p. 245-253, 1990.

INRA, **Ruminant Nutrition: Recommended Allowances and Feed Tables** Editor: Robert Jarrige, Ed. John Libbey Eurotext, 1989; ISBN. 0861962478, 9780861962471. 389 p. 1989.

JACOBS, J. A., M. P. BOTKIN, KALTENBA.CC, R. A. FIELD, M. L. RILEY. 1972. Effects of testosterone enanthate on lamb carcass composition and quality. **Journal of Animal Science** 34(1):30-45.

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

LUO, J.; GOETSCH, A.L.; NS AHLAI, I.V.; MOORE, J.E.; GALYEAN, M.L.; JOHNSON, Z.B.; SAHLU, T.; FERRELL, C.L.; OWENS, F.N. Voluntary feed intake by lactating, Angora, growing and mature goats, **Small Ruminant Research**, v. 53, , p. 357-378, ISSN 0921-4488, 2004.

NELSON, David L.; COX, Michael M. **Lehninger princípios de bioquímica**. Omega, 2001.

NRC. 2007. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. National Academies Press. 362 p.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 11, p. 3138-3150, Nov 1993. ISSN 0021-8812. Disponível em: < <Go to ISI>://WOS:A1993MF83700037 >.

SAHLU, T., L. J. DAWSON, T. A. GIPSON, S. P. HART, R. C. MERKEL, R. PUCHALA, Z. WANG, S. ZENG, AND A. L. GOETSCH. Impact of animal science research on U.S. goat production and predictions for the future. **Journal of Animal Science** 87:400–418. 2009.

ST-PIERRE, N.R. 2003 Reassessment of Biases in Predicted Nitrogen Flows to the Duodenum by NRC 2001. **Journal of Dairy Science** v. 86 (1), p. 344-350 DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73612-1)

VANSOEST, P. J., J. B. ROBERTSON, AND B. A. LEWIS. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science** v. 74(10), p. 3583-3597.

CAPÍTULO 3 – EXIGÊNCIAS DE ENERGIA PARA MANTENÇA E GANHO DE CAPRINOS SAANEN MACHOS INTEIROS, CASTRADOS E FÊMEAS EM FASE FINAL DE CRESCIMENTO

RESUMO - Estimativas acuradas das exigências energéticas são cruciais para o manejo alimentar apropriado. Entretanto, informações acerca do papel da condição sexual sobre as demandas energéticas são controversos. Desta forma, objetivamos com o presente estudo, determinar as exigências energéticas de machos castrados e não castrados e fêmeas, entre 30 a 45 kg. Os animais foram alocados aleatoriamente em dois ensaios; delineados para investigar os exigências energéticas de manutenção e ganho. No ensaio de manutenção, utilizamos 85 animais (26 machos não castrados, 30 machos castrados e 29 fêmeas), com PV inicial de $30,32 \pm 0,87$ kg. Destes, 30 animais (8 machos não castrados, 9 machos castrados e 13 fêmeas) foram abatidos ao início do experimento para compor os animais de composição corporal referência inicial. Os demais animais foram aleatoriamente distribuídos em um delineamento com parcelas subdivididas, sendo os principais fatores 3 condições sexuais e 3 níveis de alimentação. A parcela foi composta por 3 animais do mesmo sexo, aleatoriamente designados a um nível de alimentação: alimentado à vontade, 75% e 50% do consumo à vontade, de forma que foram abatidos com mesmo número de dias que o animal ingerindo à vontade levou para atingir 45 kg de MC. A exigência líquida de energia para manutenção (EL_m) estimada foi $325,7 \text{ kJ/kg PCV}^{0,75}$ ou $277 \text{ kJ/kg MC}^{0,75}$ e não diferiu entre condições sexuais. A exigência metabolizável de energia para manutenção (EM_m) foi estimada em $637,29 \text{ kJ/kg PCV}^{0,75}$, resultando em uma eficiência parcial (k_m) de 0,59. EL_g foi obtido com dados de 65 caprinos (20 machos não castrados, 22 machos castrados e 23 fêmeas) alimentados *ad libitum* em delineamento inteiramente casualizado. O k_g estimado foi de 0,34 para as três condições sexuais, porém EL_g diferiu entre condições sexuais como reflexo da composição corporal.

Palavras-chave: abate comparativo, composição corporal, eficiência, método fatorial.

Energy requirements for maintenance and growth for male and female dairy goats in the final phase of growth

ABSTRACT - Values of energy requirements are crucial for properly feeding management of goats. Information about the role of gender on energy demands in goats is controversial. The aim of this study was to determine the energy requirements of females, intact and castrated males of Saanen goats weighting between 30 and 45 kg. Animals were randomly allocated to 2 trials, designed to investigate energy requirements for maintenance and growth. To determine the maintenance requirements we used 85 goats (26 intact males, 30 castrate males, and 29 females) with initial BW of 30.32 ± 0.87 kg. 30 goats (8 intact males, 9 castrated males and 13 females) were slaughtered to use as baseline group. The other goats were allocated in a split block design in a 3×3 factorial arrangement (3 genders - intact males, castrate males, and females with 3 DMI levels - *ad libitum*, and 75% and 50% of *ad libitum* intake). A slaughter group included one kid from each treatment and was slaughtered when the *ad libitum* kid reached 45 kg of BW. The NE_m was estimated as $378.69 \text{ kJ/kg EBW}^{0.75}$ or $318.1 \text{ kJ/kg BW}^{0.75}$. ME_m did not differ among genders and was calculated assuming that HP was equal to MEI at maintenance, resulting in $637.29 \text{ kJ/kg EBW}^{0.75}$. Net requirements for growth were obtained using 65 goats (20 intact males, 22 castrate males, and 23 females) fed *ad libitum* in a completely randomized design. The partial efficiency for growth (k_g) was 0.34 for all three genders. Energy requirements for growth differed among genders varying between 30 and 45 kg.

KEY WORDS: body composition, comparative slaughter, efficiency, factorial approach

INTRODUÇÃO

A raça Saanen é extensivamente empregada em fazendas leiteiras em todo mundo e, numericamente, fêmeas e machos adultos são mais expressivos no rebanho, por fazerem parte do manejo reprodutivo de forma direta. É sabido que o bom manejo nutricional tem um papel fundamental, principalmente no começo da vida reprodutiva de machos e fêmeas, momento no qual os animais ainda estão em fase de crescimento. Animais, tanto subalimentados quanto alimentados em excesso, podem apresentar problemas reprodutivos por sua vida.

Sabemos que a suplementação energética é ponto importante a ser considerado quando se trata do manejo alimentar dessa categoria. Ademais, a literatura é controversa no que diz respeito ao efeito da condição sexual nas demandas energéticas de caprinos. NRC (2007) assume que machos não castrados requerem 15% mais energia para manutenção que fêmeas e machos castrados. Por outro lado, ASH & NORTON (1987) não encontrou diferenças entre condições sexuais para exigências energéticas para manutenção em caprinos e CHIZZOTTI et al., (2008) reportaram o mesmo em gado de corte.

No que diz respeito à energia para ganho, existe demanda por informações acerca do efeito da condição sexual sobre as exigências. O NRC (2007) estabeleceu que fêmeas e machos têm mesma exigência de energia para ganho em peso. Contudo, levando em consideração que a demanda energética para ganho é dependente da composição corporal, que é ditada pela categoria sexual, é razoável acreditar que as exigências energéticas de ganho diferenciem entre condições sexuais distintas. De fato, estudos recentes em gado de corte suportam essa ideia (CHIZZOTTI et al., 2008), porém não existem estudos em caprinos que investigaram o efeito da condição sexual nas exigências nutricionais de energia para ganho.

Objetivamos com o presente estudo, determinar as exigências energéticas de machos castrados e não castrados e fêmea, entre 30 a 45 kg de MC. Os resultados aqui mostrados irão ajudar diretamente a formulação de dietas para caprinos na fase final de crescimento a fim de maximizar o uso da energia e a rentabilidade de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais e manejo

Esta pesquisa foi conduzida no Laboratório de Estudos em Caprinocultura da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, localizado na cidade de Jaboticabal (21°15'22" de latitude S, 48°18'58" de longitude W e 595 de altitude). Os procedimentos experimentais foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética e Bem Estar Animal – CEBEA da Universidade Estadual Paulista, UNESP, Jaboticabal sob o número de protocolo 004972-09.

Durante o período que precedeu o experimento, os animais foram desmamados com aproximadamente 60 dias de idade e massa corporal (MC) média de 12 kg. No período após o desmame receberam silagem de milho e concentrado (50:50) à base de milho e farelo de soja até atingirem a MC de 30,3 ± 0,87 kg e 147 dias de idade, quando se iniciou o experimento.

Foram utilizados 120 animais alocados em dois experimentos: um para determinação das exigências de manutenção e outro para determinação das exigências de ganho conforme esquema apresentado na Figura 1.

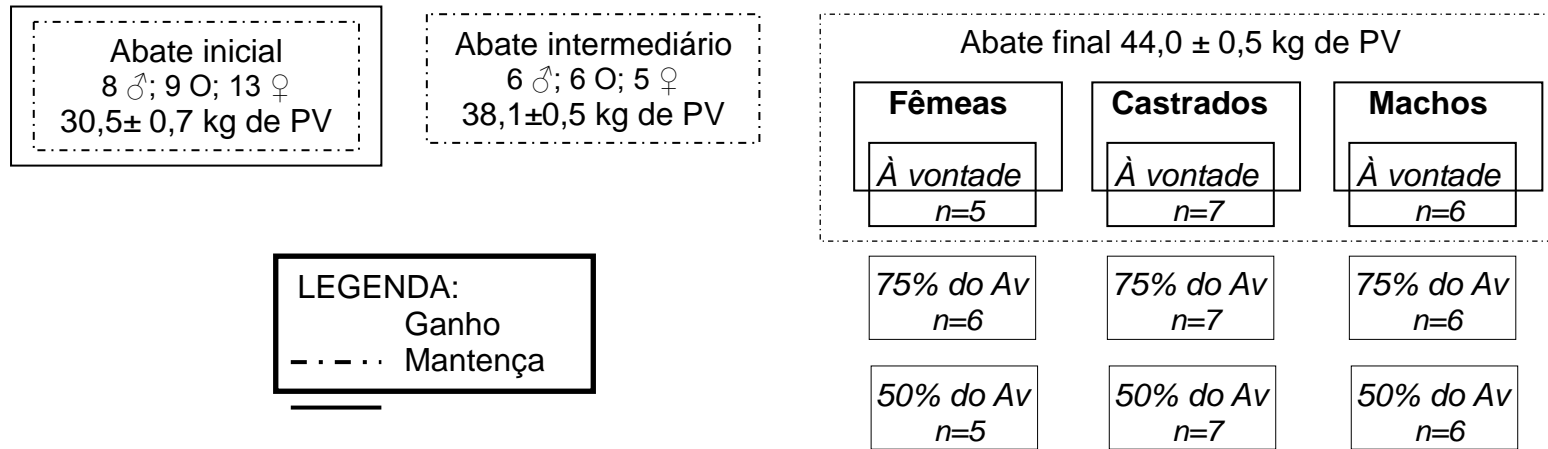


Figura 1. Esquema da disposição dos animais nos tratamentos.

A ração experimental foi balanceada segundo as recomendações do NRC (2007), para animais com 45 kg e ganho médio diário de 100 g/dia (Tabela 1). Foi utilizado como volumoso o feno da planta de milho (feno da planta de milho inteira colhida e picada no ponto de ensilagem), incluído na proporção de 46,19 kg/100 kg de MS. O concentrado consistiu em milho triturado, farelo de soja, óleo de soja, calcário calcítico e premix mineral, incluídos nas proporções de 30,95; 15,24; 1,9; 0,95; 4,76 kg/100 kg de MS, respectivamente. O fornecimento se deu, às 7h e 16h. Durante todo período, os animais tiveram acesso irrestrito à água.

Os ingredientes da ração e sobras foram moídos em peneira de 1-mm utilizando moinho tipo Willey (Arthur H. Thomas Co. Philadelphia, PA), seguida de secagem em estufa 105°C até peso constante da amostra. Procedeu-se análises de extrato etéreo (baseado em método gravimétrico, quando a amostra foi submetida à extração com éter de petróleo por 6 h, AOAC, 1990; metodologia número 930.15); proteína (por combustão de Dumas (ETHERIDGE et al., 1998; utilizando LECO FP-528LC, LECO Corp., St. Joseph, MI), cinzas (queima da amostra em mufla a 600°C por 6 h; AOAC 1990; metodologia número 924.05), FDN com amilase termoestável sem sulfito (VAN SOEST et al., 1991), FDA (GOERING & VAN SOEST., 1970), e energia bruta utilizando calorímetro (IKA Works, Inc., Wilmington, NC).

Tabela 1. Composição em ingredientes e química da ração experimental.

Item	MS (g/kg)	MO (g/kg MS)	PB (g/kg MS)	EE (g/kg MS)	FDN (g/kg MS)	CNF (g/kg MS)	EB (MJ/kg MS²)
Feno de Milho ¹	850	960	85,7	16	568	290	19,15
Farelo de Soja	861	931	541,9	22	158	216,1	20,30
Milho moído	858	989	84,8	47	127	728,3	19,18
Óleo de soja	995	997	-	991	-	-	38,62
Calcário	999	3	-	-	-	-	-
Mistura mineral	969	56	-	-	-	-	-
Dieta	866	907	147,2	48	312	391	18,53

Feno da planta de milho. MS: material seca; MO: matéria orgânica, PB: proteína bruta, EE: extrato etéreo, FDN: fibra em detergente neutro; EB: energia bruta. ²Energia metabolizável calculada segundo ensaio de metabolismo: 12,04 MJ/kg MS.

Ensaio 1: Exigências energéticas para manutenção

Nós utilizamos 85 animais (26 machos não castrados, 30 machos castrados, e 29 fêmeas) com massa corporal (MC) ao início do ensaio de $30,3 \pm 0,87$ kg e 147 dias de idade. No início do experimento, 30 animais (8 machos não castrados, 9 machos castrados e 13 fêmeas) foram tomados aleatoriamente e abatidos a fim de constituir o grupo de composição corporal referência inicial. Os demais animais foram aleatoriamente distribuídos em um delineamento com parcelas subdivididas, sendo os principais fatores 3 condições sexuais e 3 níveis de alimentação. A sub-parcela foi composta por 3 animais do mesmo sexo, aleatoriamente designados a um nível de alimentação: alimentado à vontade, 75% e 50% do consumo à vontade, de forma que foram abatidos com mesmo número de dias que o animal ingerindo à vontade levou para atingir 45 kg de MC. A ingestão dos animais alimentados à vontade foi ajustada, diariamente, de forma a manter sobras em torno de 20% do fornecido. Isto se deu pela pesagem das sobras, que foram também amostradas e armazenadas para posteriores análises laboratoriais.

Quando os animais alimentados à vontade pesavam $38,3 \pm 0,71$ kg, foi realizado um ensaio de metabolismo a fim de determinar a energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), metabolizabilidade (q_m), e nutrientes digestíveis. Os animais foram mantidos, individualmente, em gaiolas de metabolismo. A dieta ofertada, sobras, fezes e urina foram coletadas por cinco dias consecutivos. A urina foi acidificada diariamente com 20 mL de ácido sulfúrico a 20%, a fim de prevenir crescimento microbiano e perdas de N. Fezes, urina, dieta ofertada e sobras foram pesadas diariamente amostradas e armazenadas a -20°C . As amostras compostas de alimento, sobras e fezes foram homogeneizadas e levadas a estufa a 65°C por 72 h e em seguida moídas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm. As amostras do alimento, sobras e fezes foram analisadas para MS, proteína, cinzas, FDN e FDA conforme descrito anteriormente. A energia bruta de todas as amostras foi determinada utilizando calorímetro (IKA Words, Inc., Wilmington, NC). As perdas energéticas dos gases da digestão foram estimadas de acordo com BLAXTER & CLAPERTON (1965).

Ao abate, pesamos o animal para obter a massa corporal (MC). Em seguida, os animais foram insensibilizados e abatidos pela secção das veias jugulares e artérias carótidas, coletamos e pesamos o sangue. Realizamos esfola para a retirada da pele e coleta de amostras representativas da pele em diferentes pontos, uma vez que a moagem de toda a pele é uma prática complicada. Retiramos órgãos e vísceras por abertura feita por secção do osso externo até a cavidade abdominal. O trato gastrintestinal (TGI) foi pesado antes e após a retirada do conteúdo. Esta massa foi utilizada para a determinação de peso de corpo vazio (PCV), calculado pela subtração da MC e do conteúdo do TGI, da bexiga e vesícula biliar. O corpo de cada animal (sangue, órgãos, cabeça, patas e carcaça) foi congelado a -10°C . O corpo congelado foi picado com serra de fita, moídos em peneira de 0,50 cm e cuidadosamente homogeneizados e foram retiradas três amostras representativas de todo o corpo do animal de perfazendo em torno de 50 g. As amostras de pele foram picadas, moídas e homogeneizadas separadamente. Tanto as amostras de corpo como as de pele foram armazenadas em freezer para realização de análises laboratoriais.

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

Posteriormente as amostras de corpo e pele foram acondicionadas em potes plásticos. Nestas amostras determinamos o conteúdo de matéria seca (AOAC, 1990; método número 930.15); matéria mineral (AOAC, 1990; método número 942.05); extrato etéreo (AOAC, 1990, método número 920.39); proteína bruta via método de combustão de Dumas (Leco model FP – 528 LC, Leco Corporation), como descrito por ETHERIDGE et al. (1998).

A massa de corpo vazio inicial (PCVi) dos animais que foram abatidos no final do experimento foi estimada com base na composição corporal dos animais abatidos no início do experimento. Utilizamos a equação alométrica logaritmizada para prever a quantidade de energia PCVi (ARC, 1980).

As exigências para manutenção foram calculadas pela técnica do abate comparativo. A produção de calor (MC, kJ/kg de PCV^{0,75}) foi obtida pela diferença de ingestão de energia metabolizável (IEM, kJ/kg de PCV^{0,75}) e energia retida (ER, kJ/kg de PCV^{0,75}). O inverso da função logarítmica aplicada no intercepto estimado pela regressão linear da MC pela IEM foi considerado a energia líquida para manutenção (EL_m, kJ/kg de PCV^{0,75}; LOFGREEN AND GARRETT, 1968). A exigência de energia metabolizável para manutenção (EM_m, kJ/kg de PCV^{0,75}) foi computada por iteratividade resolvendo o semilog da regressão linear para que MC iguale a IEM. A eficiência de utilização da energia líquida (k_m) foi considerada a razão de EL_m e EM_m (LOFGREEN AND GARRETT, 1968). Já a inclinação da equação de regressão da ER e IEM acima da manutenção foi considerada a eficiência parcial de utilização da EM para crescimento (k_g). Também utilizamos a proposta de Luo et al (2004), para estimar EM_m, na qual a IEM (kJ/kg PV^{0,75}) foi expresso em equação de regressão em função do ganho de massa diária (GPD); o intercepto foi considerado a EM_m, enquanto que a inclinação da reta foi a EM_g.

Ensaio 2: Exigências energéticas para ganho

Utilizamos 65 caprinos (20 machos não castrados, 22 machos castrados e 23 fêmeas) para estimativa da EL_g, em delineamento inteiramente casualizado em fatorial 3x3 (três condições sexuais e três pesos de abate). Estes animais foram alimentados à vontade com a mesma dieta apresentada na Tabela 1. Os 30 animais referência inicial, foram os mesmos utilizados no primeiro ensaio. Quando os animais estavam com 38,09± 0,49 kg de PV, 6 machos não castrados, 6 machos castrados e 5 fêmeas foram abatidos com o objetivo de representar a composição corporal intermediária, o restante dos animais foram abatido com 44,01 ± 0,5 kg de MC.

Procedimentos de abate e laboratoriais foram idênticos aos descritos anteriormente. Utilizamos equações alométricas logaritmizadas [Eq. 1] para prever as concentrações de nutrientes (g) ou energia (kJ) a partir do PCV (kg) (ARC, 1980).

$$\text{Log } y = a + b \times \text{Log } x$$

[1]

Em que: y = Energia total no PCV (g); x = PCV (kg).

A primeira derivada da Equação 1 foi utilizada para estimar a composição do ganho em PCV [Eq. 2]:

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

Em que, a energia é dada em KJ/kg de ganho de PCV (kg); a e b são os parâmetros estimados pela [Eq. 1].

Análises estatísticas

Os dados de exigência para manutenção e ensaio de metabolismo foram analisados como parcelas subdivididas como modelo misto; consideramos como efeitos fixos a parcela condição sexual ($gl = 2$), o nível de ingestão como subparcela ($gl = 2$) e a interação entre os dois efeitos ($gl = 4$), assumimos os grupos aninhados em condição sexual como efeito aleatório ($gl = 16$). O ensaio para estimativa de exigências para ganho foi inteiramente casualizado com efeitos fixos condição sexual ($gl = 2$) e peso ($gl = 2$). Assumimos que o resíduo associado a cada observação foi iid $N(0, \sigma^2_{ij})$. Quando significativamente diferente ($P < 0.05$), médias foram comparadas por LSD de Fisher. Realizamos as análises de regressão pelo PROC MIXED e método de convergência padrão (REML). Os resíduos estudentizados foram plotados em função de seus valores preditos a fim de checar as suposições do modelo.

RESULTADOS

A concentração energética inicial no corpo difere entre condição sexual

A equação de regressão desenvolvida com dados dos animais referência inicial para estimar o PCVi pelo MCi não diferiu entre condições sexuais ($P = 0,0519$), portanto única equação foi proposta ([Eq. 3], $RMSE = 0,5773$).

$$PCVi = 9,80(\pm 2,64) + 0,49 (\pm 0,08) \times MCi \quad [3]$$

A energia no PCVi foi estimada a partir das equações 4 e 5 ($P < 0,0001$; $RMSE = 0,033$), uma vez que os interceptos foram distintos para machos e fêmeas ($P < 0,0001$).

$$\text{Log energia (fêmea)} = 7,63 (\pm 1,43) - 1,59 (\pm 0,70) \times \text{Log PCVi} \quad [4]$$

$$\text{Log energia (Machos)} = 3,44 (\pm 0,65) + 1,47 \pm (0,27) \times \text{Log PCVi} \quad [5]$$

Empregamos estas equações para estimar a composição corporal no momento em que apresentavam 30 kg de MC dos animais utilizados para estimar as exigências de manutenção, a fim de calcular a retenção de energia no corpo.

Desempenho, composição corporal e digestibilidade

Aleatoriamente, o PVi dos machos foi maior para machos não-castrados, quando comparados aos castrados e fêmeas. Portanto, essa o PVi foi incluído como covariável para testar todas as outras variáveis deste estudo.

O teor de gordura de animais alimentados à vontade foi maior que os de nível de alimentação de 75% e 50% ($P < 0,0001$), com médias de $26,92 \pm 0,77$; $23,50 \pm 0,76$ e $21,27 \pm 0,77$ % de PCV respectivamente. Fato esperado, já que os animais alimentados à vontade receberam maior aporte de nutrientes, isso refletiu em maior teor energético no corpo e ganho de peso superior (Tabela 2). As fêmeas

apresentaram maiores teores de gordura e energia e, conseqüentemente, menor teor de umidade no PCV que machos castrados e não castrados (Figura 2).

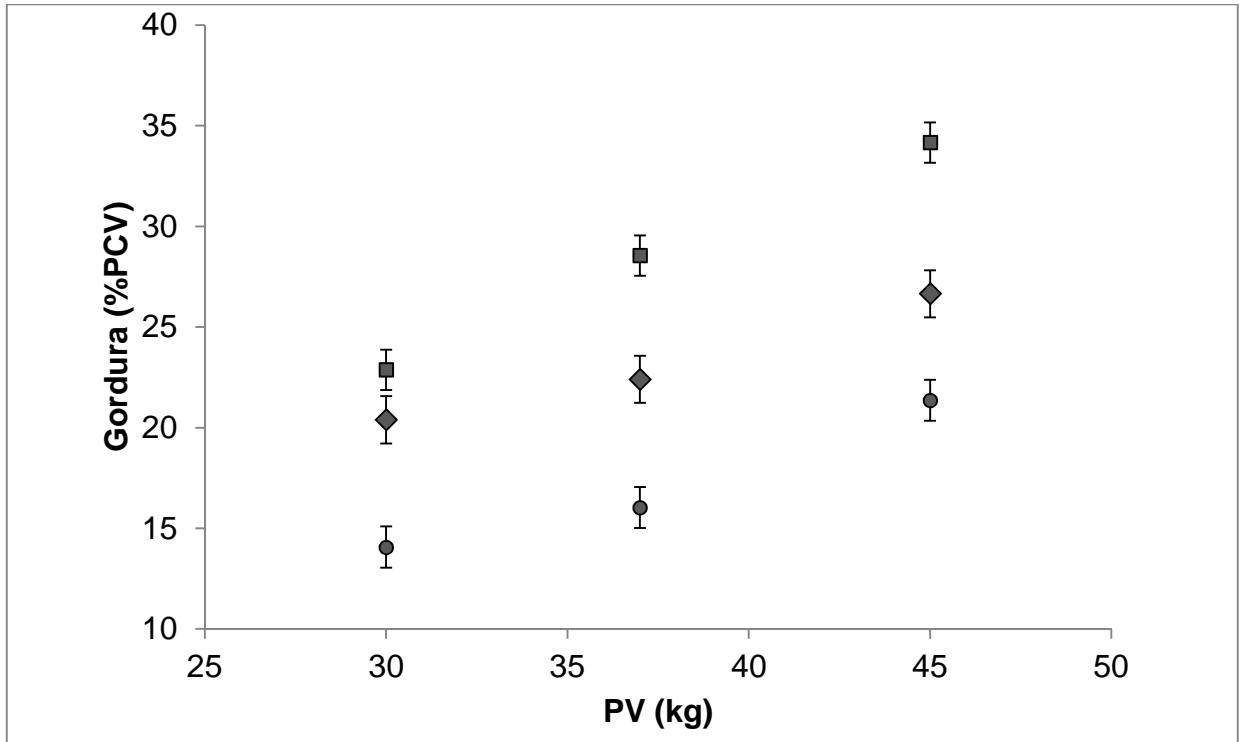


Figura 2. Relação entre a porcentagem de gordura no corpo vazio e erros padrão de animais alimentados à vontade, pesando de 30 a 45 kg. (■) fêmeas; (◆) machos castrados; (●) machos não-castrados.

Já que houve diferença entre o q_m ou EM/ED, utilizamos os valores médios de cada nível de ingestão a fim de estimar a IEM (Tabela 3).

Tabela 2. Desempenho e composição corporal de caprinos machos, não castrados, castrados e fêmeas submetidos ou não a níveis de alimentação (Média ± E.P).

Variável	Nível de ingestão (L; %)			Categoria sexual (CS)					
	<i>Ad libitum</i>	75	50	Macho ¹	Castrado ²	Fêmea	CS	L	CSxL
MC, kg	44,01 ± 0,500	37,01 ± 0,490	30,83 ± 0,500	38,14 ± 0,673	37,03±0,626	36,67 ± 0,691	0,303	**	0,25
CMS, g/d	1034 ± 15,92 ^a	748 ± 15,99 ^b	509 ± 15,93 ^c	793 ± 26,58	770±24,29	738 ± 26,58	0,07	**	0,94
IEM, kJ/ Kg PC ^{0,75}	784,19± 11,4	634.40± 11,0 ^b	491.99± 11,4 ^c	650,0 ± 11,3	639,6±10,5	620,9± 12,0	0,21	**	0,90
GPD, g/d	120,70 ± 6,94 ^a	63,94 ± 7,00 ^b	2,71 ± 6,95 ^c	64,21 ± 10,54	64,68±9,44	58,46 ± 10,54	0,89	**	0,77
PCV, kg	37,70 ± 3,46 ^a	31,06 ± 4,43 ^b	25,32 ± 3,47 ^c	31,89 ± 4,83	30,97±4,23	31,21 ± 4,85	0,38	**	0,21
Ganho PCV, g/d	115,54 ± 5,17 ^a	58,67 ± 6,13 ^b	6,06 ± 5,19 ^c	65,60 ± 7,39	57,87±6,51	56,80 ± 7,43	0,68	**	0,97
Proteína, % PCV	17,18 ± 0,42	16,69 ± 0,41	16,42 ± 0,42	16,71 ± 0,47	17,07±0,40	16,51 ± 0,47	0,63	0,43	0,55
Gordura, % PCV	26,92 ± 0,77 ^a	23,50 ± 0,76 ^b	21,27 ± 0,77 ^c	19,24 ± 0,98 ^c	24,32±0,84 ^b	28,13 ± 0,99 ^a	**	**	0,45
Energia, MJ/kg PCV	14,48 ± 0,31 ^a	12,88 ± 0,32 ^b	11,46 ± 0,31 ^c	10,44 ± 0,35 ^c	13,23±0,29 ^b	15,14 ± 0,37 ^a	**	**	0,48

¹ Machos não castrados; ² machos castrados; ** P < 0,0001 ^{ab}Letras distintas, na mesma linha dentro de grupo, as médias diferem a P < 0.05 comparadas utilizado Fisher's protected LSD.

Tabela 3. Ensaio de metabolismo de caprinos machos, não castrados, castrados e fêmeas submetidos ou não a níveis de alimentação (Média \pm E.P).

Variável	Nível de ingestão (%)			Categoria sexual					
	<i>Ad libitum</i>	75	50	Macho ¹	Castrado ²	Fêmea	CS	<i>I</i>	<i>CSxI</i>
CMS, g/d	998,62 \pm 23,5 ^a	751,75 \pm 21,9 ^b	500,97 \pm 22,5 ^c	723,64 \pm 30	801,06 \pm 28,5	726,65 \pm 30,8	0,14	**	0,38
q _m	0,64 \pm 0,01	0,65 \pm 0,01	0,66 \pm 0,01	0,64 \pm 0,01	0,66 \pm 0,01	0,66 \pm 0,01	0,19	**	0,86
EM/ED	0,878 \pm 0,002	0,877 \pm 0,002	0,888 \pm 0,002	0,885 \pm 0,002	0,873 \pm 0,002	0,885 \pm 0,002	0,09	**	0,23
Digestibilidade(%)									
MO	71,1 \pm 1,01 ^c	73,1 \pm 1,01 ^B	80,5 \pm 1,11 ^A	75,0 \pm 1,31 ^B	71,6 \pm 1,17 ^C	78,2 \pm 1,29 ^A	0,009	**	0,25
EB	75,75 \pm 0,91	73,98 \pm 0,86	76,28 \pm 0,95	73,47 \pm 1,13	75,92 \pm 1,01	76,62 \pm 1,12	0,14	0,11	0,80

¹ Machos não castrados; ² machos castrados; ³ EB ingerida durante o ensaio de metabolismo** P < 0,0001

^{ab}Letras distintas, na mesma linha dentro de grupo, as médias diferem a P < 0.05 comparadas utilizado Fisher's LSD.

Exigências de energia para manutenção e eficiência de utilização da energia não diferem entre condições sexuais

Tanto o intercepto quanto a inclinação da regressão linear do logaritmo da produção de calor (PC) pela IEM utilizados para estimativa da EL_m , não foram diferentes para as condições sexuais estudadas ($P = 0,5926$) ([Eq. 6]; $P < 0,001$, $RMSE = 0,021$). A EL_m estimada foi de 325,76 kJ/kg $PCV^{0,75}$ ou 277 kJ/kg $PV^{0,75}$. Assumindo a condição hipotética de IEM igual a zero, calculamos a EM_m na situação em que a PC foi igual a IEM resultando em 552 kJ/kg $PCV^{0,75}$. O k_m estimado foi de 0,59 (veja material e métodos).

$$\text{Log HP} = 2,5129 \pm 0,0258 + 0,000520 \pm 0,000022 \times \text{IEM} \quad [6]$$

Em que: PC é a produção de calor expressa em kJ/kg de $PCV^{0,75}$ e IEM é a ingestão de energia metabolizável durante o período experimental em kJ/kg de $PCV^{0,75}$.

Adicionalmente, a equação. [7] ($P < 0,001$, $RMSE = 40,21$) mostra a regressão da ER pela IEM, na qual a EM_m foi considerada a IEM na retenção de energia zero, resultando em 544,86 kJ/kg $PCV^{0,75}$. Este valor é muito próximo ao obtido na Eq. [6] (552 kJ/kg $PCV^{0,75}$). A eficiência parcial da EM para EL de ganho (k_g) foi considerado como a inclinação desta equação: 0,49.

$$\text{ER} = -270,09 \pm 29,13 + 0,4957 \pm 0,039 \times \text{IEM} \quad [7]$$

Em que: ER está expresso em, kJ/kg $PCV^{0,75}$ e IEM em kJ/kg $PCV^{0,75}$.

Testamos também o método dose-resposta proposto por Luo et al. (2004) para estimar EM_m , apresentamos essa aproximação na equação 8 ($P < 0,001$, $RMSE = 70,78$). Neste caso a estimativa de EM_m é dada pelo intercepto (498,4 kJ/kg $MC^{0,75}$).

$$\text{IEM} = 498,41 \pm 10,6 + 7,2457 \pm 0,43 \times \text{GPD} \quad [8]$$

Em que: IEM está em kJ/kg $MC^{0,75}$ e GPD em, g/kg $MC^{0,75}$.

Finalmente, reportamos que não houve efeito significativo de condição sexual na proporção de órgãos expressos em função do PCV (coração, fígado, rins e TGI) passíveis de influenciar as exigências de energia para manutenção ($P > 0,05$). Os valores médios encontrados foram: 0,53 ($\pm 0,016$), 1,85 ($\pm 0,061$), 0,31 ($\pm 0,010$) e 5,92 ($\pm 0,186$) para coração, fígado, rins e TGI, em porcentagem do PCV, respectivamente.

Exigências energéticas de ganho são afetadas pela condição sexual de caprinos Saanen

Apresentamos na tabela 4, três equações alométricas logaritmizadas utilizadas para estimar a energia no corpo para cada condição sexual avaliada. A solução destas equações revelam que para a variação de MC entre 30 e 45 kg, as concentrações energéticas vão de 8,85 para 11,78 MJ/kg de $PCV^{0,75}$ no corpo de machos não castrados, de 10,52 para 14,00 MJ/kg de $PCV^{0,75}$ em machos castrados e de 12,44 para 16,55 MJ/kg de $PCV^{0,75}$ em fêmeas.

Tabela 4. Equações alométricas distintas para estimar energia retida em caprinos Saanen machos não castrados, castrados e fêmeas.

Variável ¹	Equações alométricas	RMSE ¹
PCV,kg	$PCV, \text{ kg} = -4,1059 (\pm 0,78) + 0,94 (\pm 0,021) \times MC$	0,9899
Energia, MJ/kg PCV		
Não castrados	$\text{Log energia} = 0,0906 (\pm 0,09) + 1,6198 (\pm 0,07) \times \text{logPCV}$	
Castrados	$\text{Log energia} = 0,1656 (\pm 0,11) + 1,6198 (\pm 0,07) \times \text{logPCV}$	0,0481
Fêmeas	$\text{Log energia} = 0,2382 (\pm 0,11) + 1,6198 (\pm 0,07) \times \text{logPCV}$	

¹ RMSE raiz quadrada média do erro.

Na fase de crescimento aqui investigada, EL_g diferiu entre condições sexuais ($P < 0,0001$). Ilustramos na Figura 3 o efeito da categoria sexual na EL_g baseada na primeira derivada de cada equação alométrica apresentada. EL_g plotada apresenta retas paralelas com inclinação positiva e similar, isto indica que a taxa de deposição de energia no corpo é igual entre as diferentes condições sexuais testadas. Porém, distintos interceptos para estas condições sexuais, revelam que fêmeas requerem mais energia por unidade de ganho que machos castrados e estes tem maiores exigências de EL_g que machos não-castrados.

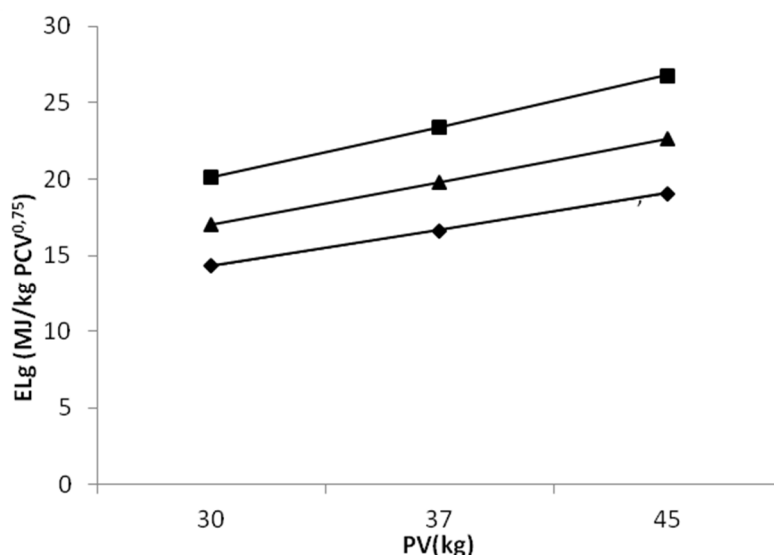


Figura 3. Relação entre EL_g (MJ/kg PCV) e MC (kg) de caprinos Saanen em crescimento de diferentes condições sexuais. Pela aplicação das equações: (○) machos não castrados; EL_g (MJ/kg ganho de PCV) = $1,99 \times PCV^{0,6198}$; (■) fêmeas: EL_g (MJ/kg ganho de PCV) = $2,80 \times PCV^{0,6198}$; (▲) machos castrados: EL_g (MJ/kg PCV ganho de PCV) = $2,37 \times PCV^{0,6198}$.

O k_g constitui importante ferramenta no balanceamento de ração, pois nos permite estimar as exigências em termos metabolizáveis. Aplicando o conceito embutido na equação [7] o valor encontrado foi de 0,34, enquanto que a equação [8] desenvolvida de acordo com o método proposto por Luo et al. (2004), apresenta

diferentes kg, um para cada condição sexual: 0,32, 0,42 e 0,50 para machos não castrados, castrados e fêmea, nesta ordem.

DISCUSSÃO

Não encontramos, neste estudo, diferenças nas exigências de EL_m para machos não castrados, castrados e fêmeas da raça Saanen. O NRC (2007) estabeleceu que machos não castrados têm EM_m superior em 15% que machos castrados e fêmeas, baseado na pretensa atividade superior de machos não castrados observada em outras espécies de ruminantes (NRC, 2001). Em adição, a ausência de publicações que comparam as exigências das diferentes categorias sexuais é constantemente citado como ponto fraco dos sistemas (LUO et al., 2004; NRC, 2007; SAHLU et al, 2009). Para explicar nossos resultados, nos baseamos no conceito de energia requerida para manutenção: que é a de energia ingerida para manter o funcionamento de um dado animal saudável, em estado pós-absortivo, consciente e em repouso, quando a produção de calor é igual à IEM. Este requerimento energético suporta o metabolismo basal (atividade celular, respiração, circulação) acrescido dos gastos energéticos envolvidos na digestão e absorção de nutrientes (NRC, 1981). Variações na manutenção são altamente associadas com a massa e atividade metabólica de órgãos viscerais como o TGI e fígado (JENKINS, 1985; FERRELL, 1988). Como mostramos a massa desses componentes, expressa em função do PCV, não diferiu para as condições sexuais estudadas, o que suporta nosso pensamento de que as exigências de energia para manutenção não deve ser considerado gênero-dependente. Nossos resultados corroboram com achados em pesquisas em caprinos e gado de corte, nos quais foram encontradas diferenças na energia requerida para manutenção para diferentes condições sexuais. (CHIZZOTTI et. al; 2008; ASH & NORTON; 1987)

Os valores de EM_m de caprinos Saanen na fase final de crescimento estimados pelas equações [6] e [7] foram consistentes e semelhantes às recomendações NRC (2007) para fêmeas e machos castrados. Na literatura, é comum encontrar recomendações de EM_m iguais para fêmeas e machos castrados (NRC, 1981 e 1985, INRA, 1989; AFRC, 1993; NRC, 2000). Encontramos media EM_m 36% inferior que a recomendada pelo AFRC (1998) e nossos resultados apontam inexistência de diferença entre categorias sexuais para EM_m . Dado que contradiz a recomendação para machos não castrados de 15% e 10% superior às

fêmeas e machos castrados pelo NRC (2007) e INRA (1989), respectivamente. Segundo estas publicações, os fatores responsáveis por tal diferença seriam o fato de machos não castrados apresentarem maior teor de proteína no corpo vazio e diferenças no estágio de maturidade entre machos e fêmeas, uma vez que estas são mais precoces. Já que o tecido adiposo necessita de menos energia para manter-se estável, era de se esperar que existissem diferenças pelo menos entre machos não castrados e fêmeas, porém nos trabalhos de Luo et al, (2004), que são extensivamente citados no (NRC 2007), não foi possível isolar o efeito de categoria sexual na EM_m . Este é o primeiro trabalho delineado para detectar a existência de diferenças na EM_m entre categorias sexuais em um mesmo experimento, onde podemos afirmar que essa diferença não foi detectável no nosso conjunto de dados. A eficiência do uso da energia (k_m) tem impacto nesta estimativa e neste estudo adotamos k_m calculado pela razão entre a EM_m estimada na equação [7] e EL_m da equação [6], o que resultou em k_m inferior ao adotado pelo AFRC (1998), que estima o k_m em função da dieta por exemplo.

Considerando que a composição corporal é ditada pela condição sexual, as exigências para ganho deveriam ser afetadas pela condição sexual. Um fator determinante da EM por unidade de mudança na PC e da eficiência de uso da EL_g (k_g) é a característica do tecido acrescentado. Em tese, a deposição de proteína é menos eficiente que a de tecido adiposo, isso se deve, em partes, à energia despendida nos processos de síntese e degradação proteica. Por outro lado, o tecido magro possui maior teor de umidade que o adiposo, isso faz com que o GPD seja maior quando a composição do ganho é constituído, majoritariamente, por proteína. Como as taxas de deposição de gordura aumentam com a maturidade (BYERS, 1982), os animais de todas as condições sexuais apresentaram maiores valores para EL_g (MJ/kg de PCV), com o aumento da massa (de 30 à 45 kg). Nesta condição, EL_g aumentou de 14,3 para 19,08 MJ/kg de PCV; 17,05 à 22,68 MJ/kg de PCV; 20,15 à 26,81 MJ/kg de PCV em machos não castrados, castrados e fêmeas, respectivamente, quando o MC variou de 30 para 45 kg. Scarm (1994) reportou que cordeiros em pré-desmame apresentaram menores valores para EM_g que ovinos que já haviam atingido o peso à maturidade, devido a maior eficiência que animais jovens tem em depositar tecidos.

A gordura corporal é o tecido que sofre maior variação no decorrer do processo de crescimento, e que o acúmulo de gordura no corpo afeta a eficiência do animal. Conforme dito anteriormente, as proporções relativas de gordura no corpo das fêmeas são maiores que em machos não castrados, e machos castrados detém valores intermediários aos dois extremos (GEAY et al., 1984; MAHGOUB et al., 2004; CHIZZOTTI et al., 2008). Nossos dados revelaram que de fato a EL_g difere entre condições sexuais, seguindo as diferenças em composição corporal destes.

O NRC (2007) assume mesma EL_g para as condições sexuais, o que discorda com nossos resultados. Encontramos também valores para demanda energética para ganho em peso diferentes dos reportados por este sistema de alimentação. Muitos fatores podem estar contribuindo para tal discordância; tais como diferenças em metodologias, fase de crescimento do animal em estudo e genótipo. Concentramos-nos em estudar fase específica, na qual o crescimento está em vias de atingir seu platô e a deposição de gordura se torna mais expressiva que o ganho de proteína no corpo (SCARM, 1994).

Este é o primeiro estudo a estimar exigências de energia para manutenção ganho, para caprinos nesta fase do crescimento, levando em consideração condição sexual. Reunindo nossos resultados, recomendamos exigências energéticas para caprinos Saanen em fase final de crescimento:

CONCLUSAO

Para caprinos dos 30 aos 45 kg, o metabolismo basal somado ao úde energia no corpo, define sua exigência líquida de energia. Não existe razão ou interesse prático em considerar as exigências de energia para manutenção dependente da condição sexual. No entanto, para ganho, as fêmeas são mais exigentes por unidade de ganho do ponto de vista energético.

REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRC. The nutrition of goats. CAB International, 118 p. Agricultural Research, C. and B. Commonwealth Agricultural. 1980. **The Nutrient requirements of ruminant livestock**: technical review. Published on behalf of the Agricultural Research Council by the Commonwealth Agricultural Bureaux. 1998.
- AOAC, **Official Methods of Analysis**. Vol. I. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA. 1990.
- BLAXTER, K. L. AND CLAPPERT. JI. 1965. Prediction of amount of methane produced by ruminants. **British Journal of Nutrition**. 19(4):511- 522.
- CHIZZOTTI, M. L., S. C. VALADARES FILHO, L. O. TEDESCHI, F. H. M. CHIZZOTTI, CARSTENS. G. E. Energy and protein requirements for growth and maintenance of F-1 Nellore x Red Angus bulls, steers, and heifers. **Journal of Animal Science**. 85(8):1971-1981. 2007.
- ETHERIDGE, R. D., G. M. PESTI, AND E. H. FOSTER. A comparison of nitrogen values obtained utilizing the Kjeldahl nitrogen and Dumas combustion methodologies (Leco CNS 2000) on samples typical of an animal nutrition analytical laboratory. **Animal Feed Science and Technology**. 73(1-2):21-28. 1998.
- FERNANDES, M. H. M. R., K. T. RESENDE, L. O. TEDESCHI, J. S. FERNANDES, H. M. SILVA, G. E. CARSTENS, T. T. BERCHIELLI, I. A. M. A. TEIXEIRA, L. AKINAGA. Energy and protein requirements for maintenance and growth of Boer crossbred kids. **Journal of Animal Science**. 85(4):1014-1023. 2007.
- GEAY, Y. Energy and protein-utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science** 58(3):766-778. 1984.
- GOERING, H. K., C. H. GORDON, R. W. HEMKEN, P. J. VAN SOEST, L. W. SMITH. Analytical measures of heat damaged forage and nitrogen digestibility. **Journal of Dairy Science**. 53(5):676. 1970.
- INRA, **Ruminant Nutrition: Recommended Allowances and Feed Tables** Editor: Robert Jarrige, Ed. John Libbey Eurotext, 1989; ISBN. 0861962478, 9780861962471. 389 p. 1989.
- LOFGREEN, G. P., W. N. GARRETT. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle **Journal of Animal Science**. 27(3):793-806. 1968.
- NRC. National Research Council. **Nutrient requirement of sheep**. Washington, 1985. 99 p.
- NRC. National Research Council. **Nutrient Requirements of goats: Angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries**. Washington: National Academy Press, 1981. 91 p.

NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**: Seventh Revised Edition: Update 2000. National Academies Press. 2000.

NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. National Academies Press. 362 p. 2007.

SAHLU, T., L. J. DAWSON, T. A. GIPSON, S. P. HART, R. C. MERKEL, R. PUCHALA, Z. WANG, S. ZENG, AND A. L. GOETSCH. Impact of animal science research on U.S. goat production and predictions for the future. **Journal of Animal Science** 87:400–418. 2009.

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**, v.35, p.251-264, 1993.

TEDESCHI, L. O., C. BOIN, D. G. FOX, P. R. LEME, G. F. ALLEONI, D. P. D. LANNA. Energy requirement for maintenance and growth of Nellore bulls and steers fed high-forage diets **Journal of Animal Science**.80(6):1671-1682. 2002.

VANSOEST, P. J., J. B. ROBERTSON, B. A. LEWIS. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**. 74(10):3583-3597. 1991.

CAPITULO 4 – IMPLICAÇÕES

É senso comum a necessidade do fornecimento de nutrientes ter como balizadores questões econômicas e ambientais. É inegável a contribuição da espécie caprina como atividade econômica passível de influenciar o ambiente no qual está inserida. Desta forma, chegamos à questão: “Isso ainda não foi pesquisado?”. A resposta pode desapontar alguns: as publicações acerca das estimativas de exigências nutricionais de caprinos não é um assunto novo para a comunidade científica. A primeira compilação para estabelecimento de estimativas das exigências de caprinos data de 1978 e evoluíram no sentido de contemplar diferentes aptidões, genótipos, condições sexuais e fases. Frente a indicativos da comunidade acadêmica de que pesquisas adicionais são necessárias para descrever com mais precisão as necessidades de energia e proteína de caprinos para melhoria das práticas de manejo alimentar aliado aos pontos fracos de cada sistema de alimentação, a fase aqui estudada e o efeito da condição sexual é uma lacuna que pretendemos ajudar a elucidar nos sistemas de alimentação consolidados propondo ajustes nos mesmo pra a fase de crescimento estudada; em suma:

- Nesse trabalho constatamos que qualquer resposta esperada no desempenho, depende principalmente da ingestão, que caracteriza a entrada de nutrientes e a utilização dos mesmos (metabolismo). Nenhuma previsão é possível sem o entendimento desses fatores.

- Não existe razão ou interesse prático em considerar as exigências de energia para manutenção dependente da condição sexual; a incongruência está nas recomendações para ganho, as fêmeas são mais exigentes por unidade de ganho do ponto de vista energético.