

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Exigências e eficiência energética e protéica de ovinos
Dorper x Santa Inês alimentados com dietas contendo volumosos de
valor nutricional distinto**

Diego Barcelos Galvani

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e
Pastagens

**Piracicaba
2011**

Diego Barcelos Galvani
Zootecnista

**Exigências e eficiência energética e protéica de ovinos
Dorper x Santa Inês alimentados com dietas contendo volumosos de
valor nutricional distinto**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 5890 de 2010

Orientador:
Prof. Dr. **ALEXANDRE VAZ PIRES**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e
Pastagens

**Piracicaba
2011**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Galvani, Diego Barcelos

Exigências e eficiência energética e protéica de ovinos Dorper x Santa Inês alimentados com dietas contendo volumosos de valor nutricional distinto / Diego Barcelos Galvani. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 5890 de 2010. - - Piracicaba, 2011.

111 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

1. Alimentos volumosos 2. Dieta animal 3. Gorduras 4. Necessidade energética
5. Nutrição animal 6. Ovinos - Crescimento 7. Pesos e medidas corporais 8. Proteínas
9. Valor nutritivo I. Título

CDD 636.3085
G182e

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

*Aos meus pais, **Vani e Rogério**, pelo amor e confiança a mim dedicados. Pelos exemplos de honestidade e perseverança. Por todo estímulo e apoio, que foram fundamentais para que eu pudesse alcançar meus objetivos.*

*Aos meus irmãos, **Daniel e Douglas**, pela amizade e auxílio nos momentos oportunos.*

*À minha esposa **Rubi**, pelo amor e dedicação. Por emprestar-me seu ombro nos momentos de dificuldade. Por me fazer feliz!*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, sobretudo, por estar ao meu lado em todos os momentos.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” pelo crescimento profissional proporcionado.

Ao professor *Alexandre Vaz Pires*, pela confiança depositada e por ter proporcionado as condições necessárias para desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores *Adibe Luiz Abdalla* e *Cleber Cassol Pires*, pelas valiosas contribuições em todas as fases de realização do trabalho.

Ao pesquisador *Alexandre Berndt* e sua equipe (*Muzambinho, Ester e Alessandra*) pela disponibilização da estrutura do Laboratório de Classificação e Análise de Carcaças do Instituto de Zootecnia e importante auxílio na condução do experimento.

Aos colegas e amigos *Vinícius Gouvêa, João Dórea e Lucas Chagas*, pelo auxílio na execução das análises laboratoriais, sem o qual não seria possível concluir este estudo.

Aos amigos da república Central do Brasil, *Aliedson (Acreano), Clayton (Cirilo), Diego (Diegão), Fábio (Civil), João (Baiano), Leandro (Goiano), Lucas (Paraíba), Luiz Roberto (Conçolo), Marcos (Marcão), Renan, Ricardo e Vinícius (Goiano)*, pelo agradável convívio e amizade verdadeira durante estes últimos três anos.

Ao SIPOC, na pessoa da professora *Ivanete Susin*, por disponibilizar a infraestrutura e proporcionar todas as condições necessárias para execução do projeto.

Aos funcionários do SIPOC, os senhores *Roberto, Joseval, Alexandre, Benedito* e, em especial, ao senhor *José Marcos Polizel* pela inestimável ajuda durante as fases iniciais do trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Bromatologia, pelo auxílio durante o período de realização das análises laboratoriais.

À FAPESP pela concessão de bolsa e financiamento deste estudo.

Aos demais professores e colegas que contribuíram para realização deste trabalho.

Muito obrigado!

BIOGRAFIA DO AUTOR

Filho de Rogério Galvani e Vani Maris Barcelos Galvani, nasceu em Lages, Estado de Santa Catarina, em 11 de janeiro de 1983. Em março de 2001 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), graduando-se em 3 de fevereiro de 2006. Em março daquele ano foi admitido no curso de Mestrado em Zootecnia da UFSM, onde, sob orientação do Prof. Dr. Cleber Cassol Pires, defendeu em 11 de fevereiro de 2008 a dissertação intitulada “Exigências e Eficiência de Utilização da Energia e da Proteína por Cordeiros Confinados”. Por este trabalho, no mês de julho de 2009, recebeu o prêmio “Octávio Domingues” outorgado pela Sociedade Brasileira de Zootecnia. Ingressou no curso de Doutorado em Ciência Animal e Pastagens da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo em março de 2008, dando continuidade a seus estudos sobre exigências nutricionais de ovinos, sob orientação do Prof. Dr. Alexandre Vaz Pires. Antes de concluir seus estudos, em outubro de 2010, foi contratado como Pesquisador pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Caprinos e Ovinos). No dia 22 de agosto de 2011 apresentou seu trabalho de tese à Universidade de São Paulo.

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE TABELAS	17
LISTA DE SIGLAS	21
1 INTRODUÇÃO.....	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	25
2.1 O cruzamento Dorper x Santa Inês	25
2.2 Uso de alimentos volumosos na dieta de ruminantes.....	26
2.3 Panorama geral dos estudos de exigências nutricionais de ovinos no Brasil	31
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	35
2.1 Experimento I – Abate comparativo	35
2.1.1 Animais, dietas e instalações.....	35
2.1.2 Avaliação do comportamento ingestivo	36
2.1.3 Abate e composição das amostras.....	37
2.2 Experimento II – Ensaio de digestibilidade	38
2.3 Experimento III – Degradabilidade in vitro	40
2.4 Análises químico-físicas.....	40
2.4.1 Alimentos, sobras, fezes, urina e fluido ruminal.....	40
2.4.2 Componentes corporais.....	41
2.5 Cálculos e análises de dados	42
2.5.1 Valor nutricional das dietas.....	42
2.5.2 Estimativa da composição corporal	43
2.5.3 Retenções de proteína, gordura e energia corporais.....	43
2.5.4 Estimativa da exigência líquida de proteína para manutenção.....	44
2.5.5 Estimativa da exigência líquida de energia para manutenção	44
2.5.6 Determinação das exigências líquidas para ganho de peso.....	45
2.5.7 Eficiência de utilização e exigências de energia metabolizável	45
2.5.8 Eficiência de utilização e exigências de proteína metabolizável.....	46

2.5.9 Delineamento experimental e análises estatísticas.....	47
3 RESULTADOS	49
3.1 Consumo e desempenho	49
3.2 Comportamento ingestivo.....	52
3.3 Digestibilidade e parâmetros ruminais.....	53
3.4 Degradabilidade in vitro.....	56
3.5 Composição corporal inicial.....	57
3.6 Composição corporal final e composição do ganho de peso	58
3.7 Tamanho relativo dos órgãos internos com elevada taxa metabólica	62
3.8 Exigências de manutenção	63
3.8.1 Proteína.....	63
3.8.2 Energia.....	65
3.9 Exigências para ganho de peso	68
3.9.1 Proteína.....	68
3.9.2 Energia.....	70
4 DISCUSSÃO	75
4.1 Consumo, comportamento ingestivo e digestibilidade das dietas	75
4.2 Composição corporal e do ganho de peso	78
4.3 Exigências de manutenção	81
4.3.1 Proteína.....	81
4.3.2 Energia.....	84
4.4 Exigências de ganho	87
4.4.1 Proteína.....	87
4.4.2 Energia.....	91
5 CONCLUSÕES	97
REFERÊNCIAS	99

RESUMO

Exigências e eficiência energética e protéica de ovinos Dorper x Santa Inês alimentados com dietas contendo volumosos de valor nutricional distinto

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do uso de volumosos com valor nutricional distinto sobre as exigências e a eficiência de uso da energia e da proteína por ovinos $\frac{1}{2}$ Dorper x $\frac{1}{2}$ Santa Inês, em crescimento. Para isso, 84 cordeiros, machos não castrados, foram desmamados aos 56 dias de idade (PV inicial = $18,0 \pm 3,3$ kg) e confinados em baias individuais, sendo distribuídos em dois grupos: VBVN – cordeiros alimentados com dieta composta por volumoso de baixo valor nutricional (bagaço de cana *in natura*); e VAVN – cordeiros alimentados com dieta composta por volumoso de alto valor nutricional (feno de *coastcross*). Destes, sete animais de cada grupo foram aleatoriamente selecionados e abatidos após um período de adaptação de 10 dias (animais referência). Dentre os remanescentes, 21 animais de cada grupo foram alimentados *ad libitum* e abatidos aos 25, 35 ou 45 kg de peso vivo (sete animais por grupo) sendo, os 28 demais animais, submetidos a dois níveis de restrição alimentar, de forma a obterem-se diferentes níveis de consumo de energia metabolizável (EM): 70 e 50% do consumo *ad libitum*. Foram determinadas as concentrações e as retenções corporais de gordura, nitrogênio e energia. Adicionalmente, seis animais $\frac{1}{2}$ Dorper x $\frac{1}{2}$ Santa Inês (PV médio = $52,3 \pm 6,9$ kg), machos não castrados canulados no rúmen, foram mantidos em gaiolas de estudo de metabolismo para avaliação da digestibilidade das dietas e estimativa das concentrações dietéticas de EM e do consumo de proteína metabolizável. A degradabilidade das dietas experimentais foi avaliada *in vitro*. O consumo de matéria seca e o ganho de peso médio diário foram mais elevados para os animais alimentados com a dieta contendo feno de *coastcross*. Por outro lado, melhor eficiência alimentar foi observada para aqueles alimentados com a dieta contendo bagaço de cana. Não houve efeito do nível de consumo sobre o teor de energia metabolizável da dieta, mas este foi maior na dieta contendo bagaço de cana *in natura* (3,18 vs 2,94). Os animais recebendo a dieta contendo bagaço de cana apresentaram maiores concentrações corporais de gordura e energia, o que foi reflexo de um maior acúmulo de gordura visceral. O uso de volumosos de baixo valor nutricional, em dietas com alta concentração energética, não resulta em incremento das exigências energéticas de manutenção. No entanto, a elevação do teor de concentrado da ração resulta em aumento da eficiência de uso da energia metabolizável para ganho de peso, o que está diretamente associado à maior retenção de gordura visceral. Sob o ponto de vista da produção de carne, todavia, esta maior eficiência nutricional deve ser vista com cautela, uma vez que está relacionada à deposição de tecidos não destinados ao consumo humano. As exigências protéicas para ganho de peso de cordeiros $\frac{1}{2}$ Dorper x $\frac{1}{2}$ Santa Inês podem ser acuradamente preditas pelas equações do AFRC (1993). Nenhum dos sistemas nutricionais atuais, contudo, é capaz de prever as exigências energéticas destes animais entre os 15 e 45 kg de peso corporal.

Palavras-chave: Crescimento; Eficiência de ganho; Gordura visceral, Retenção energética

ABSTRACT

Requirements and efficiency of energy and protein use for Dorper × Santa Inês sheep fed diets containing roughages with different nutritive value

The objective of this study was to evaluate the effect of using roughages with different nutritive value on requirements and efficiency of energy and protein use of growing ½ Dorper × ½ Santa Inês sheep. For this purpose, eighty four non-castrated male lambs were weaned at 56 days of age (initial BW = 18.0 ± 3.3 kg) and penned in individual stalls, being divided into two groups: VBVN - lambs fed diet containing roughage with low nutritive value (sugarcane bagasse *in natura*); and VAVN - lambs fed diet containing roughage with high nutritive value (*coastcross* hay). From these lambs, seven animals from each group were randomly selected and slaughtered after a 10-day adaptation period (reference animals). Twenty one animals in each group were then fed *ad libitum* and slaughtered at 25, 35, or 45 kg of live weight (seven animals per group), and the remaining 28 animals were submitted to one of two levels of feed restriction: either 70 or 50% of the *ad libitum* intake. Concentrations and retentions of body fat, nitrogen, and energy were determined. Additionally, six non-castrated males (PV mean = 52.3 ± 6.9 kg), cannulated in the rumen, were kept in metabolic cages to evaluate diets digestibility, and to estimate metabolizable energy concentrations of the diets and the metabolizable protein intake. Diet degradability was assessed by an *in vitro* assay. Dry matter intake and average daily weight gain were higher for animals fed the diet containing *coastcross* hay. On the other hand, better gain-to-feed ratio was observed for those fed the diet containing sugarcane bagasse. There was no effect of intake level on metabolizable energy content of the diet, but it was higher in the diet containing sugarcane bagasse (3.18 vs. 2.94). Animals receiving the diet containing sugarcane bagasse presented higher body fat and energy concentrations, as a response of a larger visceral fat deposition. Using roughages with low nutritive value in high energy diets for growing lambs, does not increase energy requirements for maintenance. However, increasing concentrate proportion in the diet improves the efficiency of metabolizable energy use for weight gain, which is directly associated with a larger retention of visceral fat. Under a meat production perspective, however, that increased nutritional efficiency should be taken with caution, since it is related to the deposition of tissues not intended for human consumption. Protein requirements for growth of lambs ½ Dorper × ½ Santa Inês are accurately predicted by the AFRC (1993) equations. None of the current nutritional systems, however, is able to predict energy requirements of these animals from 15 to 45 kg of body weight.

Keywords: Efficiency of gain; Energetic retention; Growth; Visceral fat

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Relação entre a eficiência alimentar e a proporção de volumoso na dieta de bovinos de corte, de acordo com o valor nutritivo do volumoso.30
- Figura 2 – Tamanho de partículas das dietas, volumosos e sobras de alimento.50
- Figura 3 – Variação diária do pH do fluido ruminal em animais alimentados com dietas compostas por volumosos de qualidade distinta, em 3 níveis de consumo. .56
- Figura 4 – Relação entre a retenção diária ($\text{g/kg}^{0,75}$ PV) e o consumo ($\text{g/kg}^{0,75}$ PV) de nitrogênio em ovinos alimentados com dietas compostas por volumosos com valor nutritivo distinto. Retenção de N = $-0,2873 (\pm 0,020) + 0,3221 (\pm 0,011) \times$ consumo de N; $r^2 = 0,94$; DP = 0,042; n = 65.....64
- Figura 5 – Relação entre a produção de calor (PC, $\text{kcal/kg}^{0,75}$ PV) e o consumo de energia metabolizável (CEM, $\text{kcal/kg}^{0,75}$ PV) em ovinos alimentados com dietas compostas por volumosos com valor nutritivo distinto. $PC = 72,87 (\pm 1,61) \times e^{[0,00395 (\pm 0,000093) \times \text{CEM}]}$; $r^2 = 0,97$; DP = 6,28; n = 66.....67
- Figura 6 – Relação entre o consumo de energia metabolizável (CEM, $\text{kcal/kg}^{0,75}$ PV) e o ganho de peso médio diário (g) em ovinos alimentados com dietas compostas por volumosos de qualidade distinta. $\text{CEM} = 112,4167 (\pm 3,35) + 0,5823 (\pm 0,17) \times \text{GMD}$; $r^2 = 0,96$; DP = 12,72; n = 63.68
- Figura 7 – Relação entre as exigências líquidas de proteína para ganho (PL_g) observadas e as predições feitas pelo AFRC (1993; A), NRC (1985; B), CSIRO (2007, C) e NRC (2007; D).....89
- Figura 8 – Relação entre as exigências líquidas de energia para ganho (EL_g) observadas e as predições feitas pelo AFRC (1993; A), NRC (1985; B), CSIRO (2007, C) e NRC (2007; D).....92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Formulação e composição química das dietas e dos volumosos experimentais	37
Tabela 2 – Consumo e ganho médio diário (GMD) de cordeiros alimentados com dietas compostas por diferentes volumosos, em 3 níveis de consumo.....	49
Tabela 3 – Consumo, ganho médio diário (GMD), eficiência alimentar (EA) e tempo de confinamento (dias) de cordeiros alimentados com dietas compostas por diferentes volumosos e abatidos em diferentes pesos	51
Tabela 4 – Tempos despendidos em ingestão, ruminação, ócio e mastigação total (TMT), e número de refeições diárias de cordeiros alimentados com dietas compostas por diferentes volumosos, em 3 níveis de consumo.....	52
Tabela 5 – Consumo, digestibilidade aparente, síntese microbiana e concentração energética de dietas compostas por diferentes volumosos fornecidas a ovinos em 3 níveis de consumo.....	54
Tabela 6 – Concentrações de ácidos graxos de cadeia curta no fluido ruminal de ovinos alimentados com dietas compostas por diferentes volumosos, em 3 níveis de consumo	55
Tabela 7 – Degrabilidade <i>in vitro</i> dos volumosos e dietas experimentais.....	56
Tabela 8 – Parâmetros das equações de regressão para estimativa da composição corporal inicial (i) de cordeiros $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês dos 15 aos 45 kg de peso corporal	57
Tabela 9 – Composição corporal de cordeiros $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês alimentados com dietas compostas por diferentes volumosos, em 3 níveis de consumo	59

Tabela 10 – Composição corporal de cordeiros ½ Dorper x ½ Santa Inês alimentados com dietas compostas por diferentes volumosos e abatidos em diferentes pesos.....	60
Tabela 11 – Composição do ganho de peso de cordeiros ½ Dorper x ½ Santa Inês alimentados com dietas compostas por diferentes volumosos e abatidos em diferentes pesos	61
Tabela 12 – Distribuição da gordura corporal (g/kg de PCV) em cordeiros alimentados com dietas compostas por diferentes volumosos e abatidos em diferentes pesos.....	61
Tabela 13 – Parâmetros das equações de regressão para estimativa da composição corporal (água, proteína, gordura, cinzas e energia) de cordeiros ½ Dorper x ½ Santa Inês dos 15 aos 45 kg de peso corporal	62
Tabela 14 – Tamanho relativo (% do PCV) dos órgãos internos de cordeiros ½ Dorper x ½ Santa Inês, em 3 níveis de consumo.....	63
Tabela 15 – Parâmetros das equações de regressão para estimativa da retenção (g/kg ^{0,75} PV) em função do consumo de nitrogênio (g/kg ^{0,75} PV) de cordeiros ½ Dorper x ½ Santa Inês.....	64
Tabela 16 – Parâmetros das equações de regressão para estimativa da retenção de nitrogênio (g/kg ^{0,75} PV) em função do consumo de proteína metabolizável (g/kg ^{0,75} PV) de cordeiros ½ Dorper x ½ Santa Inês	65
Tabela 17 – Parâmetros das equações de regressão para estimativa da produção de calor (PC, kcal/kg ^{0,75} PV) em função do consumo de energia metabolizável (CEM, kcal/kg ^{0,75} PV) de cordeiros ½ Dorper x ½ Santa Inês	66
Tabela 18 – Exigências líquidas de proteína (g/dia) para ganho de peso de cordeiros ½ Dorper x ½ Santa Inês em crescimento	69

- Tabela 19 – Parâmetros das equações de regressão para estimativa da retenção de nitrogênio ($\text{g/kg}^{0,75}$ PV) em função do consumo de proteína metabolizável ($\text{g/kg}^{0,75}$ PV) de cordeiros $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês.....69
- Tabela 20 – Exigências de proteína metabolizável (g/dia) para ganho de peso de cordeiros $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês em crescimento70
- Tabela 21 – Exigência líquida de energia (kcal/dia) para ganho de peso de cordeiros $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês em crescimento.....70
- Tabela 22 – Parâmetros das equações de regressão para estimativa da retenção energética (RE, $\text{kcal/kg}^{0,75}$ PV) em função do consumo de energia metabolizável (CEM, $\text{kcal/kg}^{0,75}$ PV) de cordeiros $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês dos 15 aos 45 kg de peso vivo.....71
- Tabela 23 – Exigências de energia metabolizável (kcal/dia) para ganho de peso de cordeiros $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês em crescimento73

LISTA DE SIGLAS

AGCC	Ácidos graxos de cadeia curta
CGI	Conteúdo gastrintestinal
CEM	Consumo de energia metabolizável
CMS	Consumo de matéria seca
DP	Derivados de purinas
ED	Energia digestível
EE	Extrato etéreo
EL _g	Exigência de energia líquida para ganho de peso, kcal/dia
EL _m	Exigência de energia líquida para manutenção, kcal/kg PV ^{0,75} /dia
EM	Energia metabolizável
EM _g	Exigência de energia metabolizável para ganho de peso, kcal/dia
EM _m	Exigência de energia metabolizável para manutenção, kcal/kg PV ^{0,75} /dia
FDA	Fibra insolúvel em detergente ácido
FDN	Fibra insolúvel em detergente neutro
FDN _{fe}	Fibra fisicamente efetiva
k_f	Eficiência de utilização da energia metabolizável para retenção de energia na forma de gordura
k_g	Eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso
k_m	Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção
k_p	Eficiência de utilização da energia metabolizável para retenção de energia na forma de proteína
k_{pg}	Eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho de peso
k_{pm}	Eficiência de utilização da proteína metabolizável para manutenção
MS	Matéria seca
MO	Matéria orgânica
Nm	Nitrogênio microbiano
NIDA	Nitrogênio insolúvel em detergente ácido
NIDN	Nitrogênio insolúvel em detergente neutro
ODVP	Órgãos drenados pela veia porta

PC	Produção de calor
PCV	Peso de corpo vazio
PEF	Perda endógena fecal de nitrogênio
PEU	Perda endógena urinária de nitrogênio
PL _g	Exigência de proteína líquida para ganho de peso, g/dia
PL _m	Exigência de proteína líquida para manutenção, g/kg PV ^{0,75}
PM	Proteína metabolizável
PmV	Proteína microbiana verdadeira
PM _g	Exigência de proteína metabolizável para ganho de peso, g/dia
PM _m	Exigência de proteína metabolizável para manutenção, g/kg PV ^{0,75} /dia
PmV	Proteína microbiana verdadeira
PNDR	Proteína não degradável no rúmen
PV	Peso corporal vivo
RE	Retenção energética
RMSEP	Raiz do quadrado médio do erro de predição

1 INTRODUÇÃO

O aumento da demanda pela carne ovina, observado nos últimos anos, tem estimulado a intensificação dos sistemas produtivos, com vistas à redução da idade de abate e à oferta de carcaças de melhor qualidade. Nesse sentido, o uso de sistemas de confinamento para terminação dos animais tem sido amplamente difundido, sobretudo devido à possibilidade de se obter um melhor controle produtivo e sanitário do rebanho, além de ocupar menores extensões de terra (SIQUEIRA, 1996). Muitas vezes, contudo, o elevado custo dos alimentos empregados pode limitar a utilização deste sistema para terminação dos animais.

Nos sistemas intensivos de produção de ruminantes a alimentação geralmente responde por mais de 70% dos custos sendo, cerca de 2/3 deste valor, representado pela fração concentrada da ração (PACHECO et al., 2006). Dessa forma, o uso de volumosos com melhor valor nutritivo constitui-se em importante alternativa para viabilizar a redução dos custos de produção em sistemas de confinamento. Todavia, em algumas regiões do País, a utilização de resíduos e subprodutos da agroindústria como componente volumoso da dieta tem sido estimulada em virtude de sua elevada disponibilidade e custo reduzido. O baixo valor nutricional de algumas destas fontes, em contrapartida, torna necessária a utilização de maiores quantidades de alimentos concentrados, de forma a adequar o teor de proteína e, sobretudo, de energia das rações às exigências dos animais. Este tipo de manipulação dietética ocasiona uma série de alterações digestivas e metabólicas, as quais têm sido intensivamente estudadas (MOLINA ALCAIDE; GARCIA; AGUILERA, 2000; KOZLOSKI et al., 2007; RAMOS et al., 2009). Entretanto, a magnitude dos efeitos da inclusão de volumosos com baixo valor nutritivo na dieta de ruminantes sobre as exigências nutricionais dos animais é de conhecimento ainda bastante restrito. O CSIRO (2007) sugeriu que este fato pode alterar, principalmente, as exigências energéticas dos animais.

No Brasil, sobretudo, avaliações comparativas dos sistemas de produção e do uso de fontes alternativas de alimentos para alimentação de ovinos, em sua grande maioria, têm considerado apenas o desempenho individual dos animais. Além disso, de maneira geral, são ainda escassos no País os trabalhos que avaliaram as exigências nutricionais de ovinos. Estudos desta natureza contribuem para o estabelecimento de

padrões nutricionais adequados às condições dos sistemas de produção brasileiros, o que permite uma melhor adequação das dietas às exigências nutricionais dos animais e, como consequência, o aumento da eficiência dos sistemas de produção.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do uso de volumosos com valor nutricional distinto sobre as exigências e a eficiência de uso da energia e da proteína por ovinos $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês, em crescimento. Adicionalmente, os dados obtidos foram utilizados para estabelecer a acurácia dos sistemas nutricionais estrangeiros em prever as exigências nutricionais destes animais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O cruzamento Dorper x Santa Inês

A ovinocultura brasileira enfrentou, ao longo dos últimos 30 anos, um período de grande reestruturação. Com um rebanho composto por aproximadamente 18 milhões de animais na década de 80, majoritariamente concentrado na região Sul do País e com objetivo principal de produção de lã, atualmente o Brasil possui cerca de 16,6 milhões de cabeças, sendo a região Nordeste detentora do maior efetivo (IBGE, 2008). Esta transformação tem sido relacionada a uma grave crise do setor laneiro, que se estendeu pelos anos 80 e 90, desestimulando muito produtores a continuarem investindo na atividade (BOFILL, 1996).

Como consequência desse cenário, houve alteração da aptidão produtiva dos rebanhos, com a introdução de grande quantidade de raças especializadas para produção de carne. Todavia, com exceção da região Sul, atualmente a base do rebanho nacional é formada por animais deslanados, destacando-se a raça Santa Inês, cuja disseminação tem sido estimulada em função de sua grande capacidade de adaptação ao clima tropical (OLIVEIRA et al., 2005), resistência à verminose (AMARANTE et al., 2009) e, sobretudo, menor estacionalidade reprodutiva (COELHO et al., 2006), em comparação com as raças lanadas. Em contrapartida, estudos têm relatado que, em sistemas de produção de carne, os cordeiros da raça Santa Inês apresentam desempenho e características da carcaça inferiores às observadas para raças mais especializadas (FURUSHO GARCIA; PEREZ; OLIVEIRA, 2000; FURUSHO GARCIA et al., 2010), o que pode ser melhorado pelo cruzamento entre estas. Nesse sentido, a raça Dorper apresenta grande potencial para uso como raça paterna em cruzamentos terminais com a raça Santa Inês (MADRUGA et al., 2006; BARBOSA NETO et al., 2010).

A raça Dorper foi desenvolvida na África do Sul, entre as décadas de 30 e 60, a partir de um programa governamental que objetivou a geração de uma raça ovina adaptada às condições ambientais daquele País e que fosse capaz de produzir carcaças competitivas no mercado internacional (DE WAAL; COMBRINCK, 2000; MILNE, 2000). Estas características foram reunidas com sucesso por meio do

cruzamento entre as raças Dorset Horn e Blackhead Persian, embora haja evidências da participação de outras raças, como a também sul-africana Van Rooy (DE WAAL; COMBRINCK, 2000). Atualmente a raça Dorper está disseminada em diversas regiões do mundo, sendo utilizada, principalmente, em sistemas de cruzamento terminal (SNOWDER; DUCKETT, 2003; BUNCH et al., 2004; MACIAS-CRUZ et al., 2010). No Brasil, estudos têm concluído que ovinos mestiços $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês possuem elevado grau de adaptabilidade a condições severas de ambiente (SANTOS et al., 2006), apresentam elevado potencial de ganho peso (CARNEIRO et al., 2007; CARTAXO et al., 2008) e produzem carcaças com características bastante desejáveis (COSTA et al., 2010; FURUSHO GARCIA et al., 2010). Além disso, a carne de animais provenientes desse cruzamento parece apresentar características nutricionais superiores àquelas da carne de animais Santa Inês puros (MADRUGA et al., 2006). Dessa forma, considerando o elevado potencial de uso deste cruzamento nos sistemas de produção brasileiros, o estabelecimento da curva de crescimento e das exigências nutricionais de animais $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês é uma necessidade iminente.

2.2 Uso de alimentos volumosos na dieta de ruminantes

Mundialmente, a produção de ovinos é baseada no uso de pastagens (WESTON, 2002), sejam elas nativas ou cultivadas. A sazonalidade produtiva e qualitativa deste recurso, contudo, estabelece a necessidade de suplementação dos animais em determinados períodos do ano, com intuito de suprir suas demandas nutricionais. De forma adicional, a intensificação dos sistemas de criação de ovinos, visando principalmente ao atendimento da demanda pela carne desta espécie, tem estimulado a introdução, cada vez mais significativa, de alimentos concentrados na dieta dos animais. No Brasil, esta prática é favorecida pela expansão da ovinocultura para as regiões Centro-oeste e, sobretudo, Sudeste, onde o sistema de confinamento tem sido adotado por grande número de produtores.

Dentre as espécies de animais herbívoros, os ruminantes destacam-se por sua capacidade de obter energia a partir de alimentos fibrosos. Isso é possível devido à intensa atividade fermentativa anaeróbica, desempenhada por uma série de bactérias,

protozoários e fungos no interior do retículo-rúmen e, em menor intensidade, no ceco destes animais. A atividade microbiana ruminal, a prevalência de determinadas espécies e suas densidades relativas, entretanto, estão marcadamente relacionadas à composição da ração consumida pelo hospedeiro (KOZLOSKI, 2002). A inclusão de grãos de cereais, por exemplo, reduz a massa relativa de microrganismos fermentadores de carboidratos fibrosos. Em um primeiro momento, isso ocorre devido ao maior estímulo ao crescimento daqueles envolvidos na fermentação dos carboidratos não-fibrosos. As maiores taxas de degradação desse substrato, em um segundo momento, podem então resultar em decréscimo do pH ruminal, inibindo o desenvolvimento da massa microbiana responsável pela fermentação dos carboidratos fibrosos (pH < 6,0; MOULD; ORSKOV; MANN, 1983), sobretudo a celulose (RUSSELL; WILSON, 1996). Os mecanismos que acarretam tal inibição não são completamente entendidos; contudo, algumas hipóteses têm sido formuladas (RUSSELL, 1992; RUSSELL; WILSON, 1996).

Estudos têm demonstrado que a redução do pH do meio não é, diretamente, o fator causa da inibição do crescimento de determinadas espécies bacterianas. A *Escherichia coli*, por exemplo, é capaz de manter o pH intracelular constante e relativamente alcalino (aproximadamente 7,8), mesmo com uma ampla variação do pH do meio extracelular (PADAN; ZILBERSTEIN; SCHULDINER, 1981). Contudo, o crescimento desta espécie é inibido quando a redução do pH é acompanhada pelo aumento da concentração de ácidos provenientes do processo de fermentação (WALLACE; FALCONER; BHARGAVA, 1989), suportando a hipótese de que a elevação da concentração intracelular de produtos da fermentação pode ocasionar efeitos tóxicos para algumas espécies bacterianas. Russell (1992) sugeriu que com a redução do pH do fluido, grande quantidade de ácidos não ionizados, permeáveis à membrana celular bacteriana, podem fluir para o interior da célula. No interior desta os ácidos são, então, dissociados em função do gradiente de pH existente entre os meios interno e externo (fluido < pH). Como estes são impermeáveis à membrana, tendem a acumular-se no interior da célula, enquanto que os prótons resultantes (H^+) podem ser expelidos por ação de ATPases associadas à membrana. Algumas espécies, todavia, são hábeis em prevenir o acúmulo de ácidos, por meio de redução do pH intracelular.

Assim, os ácidos seriam novamente protonados e poderiam ser expulsos para o meio extracelular. No meio ruminal, este mecanismo é utilizado por bactérias da espécie *Streptococcus bovis*, que atuam na fermentação do amido. Por outro lado, as principais espécies envolvidas na fermentação dos carboidratos fibrosos são incapazes prevenir eficientemente o acúmulo de ácidos na célula, o que poderia resultar em inibição de outros mecanismos de transporte através das membranas (RUSSELL, 1992) e da atividade enzimática intracelular (RUSSELL; WILSON, 1996), reduzindo a taxa metabólica e o crescimento bacteriano. A capacidade da espécie *S. bovis* em resistir às variações no pH está, portanto, relacionada a sua habilidade de alterar o padrão de fermentação, o que resulta em maior produção de lactato (RUSSELL, 1992) e, muitas vezes, pode conduzir a um quadro de acidose ruminal (OWENS et al., 1998). Assim, uma quantidade mínima de fibra dietética é requerida para manutenção da saúde e funcionalidade do rúmen (ALLEN, 1997).

A concentração mínima de fibra na dieta de ruminantes tem sido estabelecida no sentido de prevenir desordens metabólicas decorrentes da redução acentuada do pH do fluido ruminal. A concentração dietética de FDN é negativamente correlacionada ao pH ruminal, o que está relacionado à menor taxa de degradação desta fração e à sua capacidade de estímulo à ruminação que, por sua vez, estabelece o aumento do fluxo de saliva para o rúmen (NRC, 2001). Esta última característica está intimamente relacionada ao tamanho de partículas do alimento consumido pelos animais e é a base dos atuais conceitos de efetividade física da fibra (MERTENS, 1997). Este autor, baseado nos estudos de Poppi et al. (1980), considerou que todas as partículas do alimento retidas em peneira com porosidade de 1,18 mm possuem capacidade de estímulo à ruminação. A proporção de partículas maiores que 1,18 mm na dieta determina, então, um fator de efetividade que, multiplicado pelo teor de FDN da dieta, resulta no teor de fibra fisicamente efetiva (FDN_{fe}) desta. Este conceito foi adotado pelo NRC (2000), que indicou a necessidade de inclusão de um mínimo de 20% de FDN_{fe} na dieta de bovinos de corte. A mesma recomendação foi recentemente adotada para ovinos (NRC, 2007), embora existam poucos estudos com esta espécie. Cardoso et al. (2006) concluíram que o teor ideal de FDN na dieta de cordeiros em crescimento é de aproximadamente 30%, ou o equivalente a 22% de FDN_{fe} (utilizando os fatores de

efetividade descritos por Mertens (1997)). Todavia, diferentes fontes de FDN parecem induzir estímulos de magnitude variável sobre o tempo de mastigação do alimento ingerido. Nesse sentido, o NRC (2001) recomendou um mínimo de 25% de FDN total na dieta de bovinos leiteiros, sendo, ao menos, 19% proveniente de uma fonte de volumoso, considerando que a FDN de outras fontes possui apenas 50% de efetividade.

Estes conceitos têm estimulado a inclusão de subprodutos fibrosos, com baixo valor nutricional, nas dietas de animais ruminantes, com vistas ao atendimento das exigências mínimas de FDN para manutenção da saúde ruminal, viabilizando a elevação da concentração energética da dieta pelo uso de grãos de cereais (PLASCENCIA et al., 2007; RABELO et al., 2008). Todavia, quando consideradas as variáveis de desempenho, a interação entre fonte e proporção de volumoso na dieta pode ser desfavorável para aqueles com baixo valor nutricional. Para exemplificar este fato foram compilados alguns estudos realizados com bovinos de corte confinados, consumindo dietas compostas por volumosos de baixo valor nutritivo (< 8% de PB e 40% de degradabilidade da MS; (EZEQUIEL et al., 1999; BULLE et al., 2002; LEME et al., 2003; PIRES et al., 2004; HENRIQUE et al., 2007; PLASCENCIA et al., 2007; RABELO et al., 2008) ou bom valor nutritivo (FARRAN et al., 2006; PEREIRA et al., 2006; SOUZA et al., 2006; HENRIQUE et al., 2007; PARSONS et al., 2007; PLASCENCIA et al., 2007; CHIZZOTTI et al., 2008; LOYA-OLGUIN et al., 2008; MISSIO et al., 2009; LOZA et al., 2010; TURGEON et al., 2010) em diferentes proporções. Os dados de eficiência alimentar (EA = ganho de peso médio diário (kg)/ consumo de matéria seca diário (kg)) foram relacionados à proporção de volumoso na dieta, considerando-se, ainda, o efeito do tipo de volumoso e de experimento, por metodologia meta-analítica (ST-PIERRE, 2001). Evidenciou-se claramente a existência de interação ($P = 0,033$) entre fonte e proporção de volumoso na dieta sobre a eficiência alimentar de bovinos de corte. Embora a EA seja reduzida com a inclusão de volumoso na dieta, independentemente de sua fonte, a magnitude dessa redução é maior quando do uso de volumosos com baixo valor nutritivo (Figura 1).

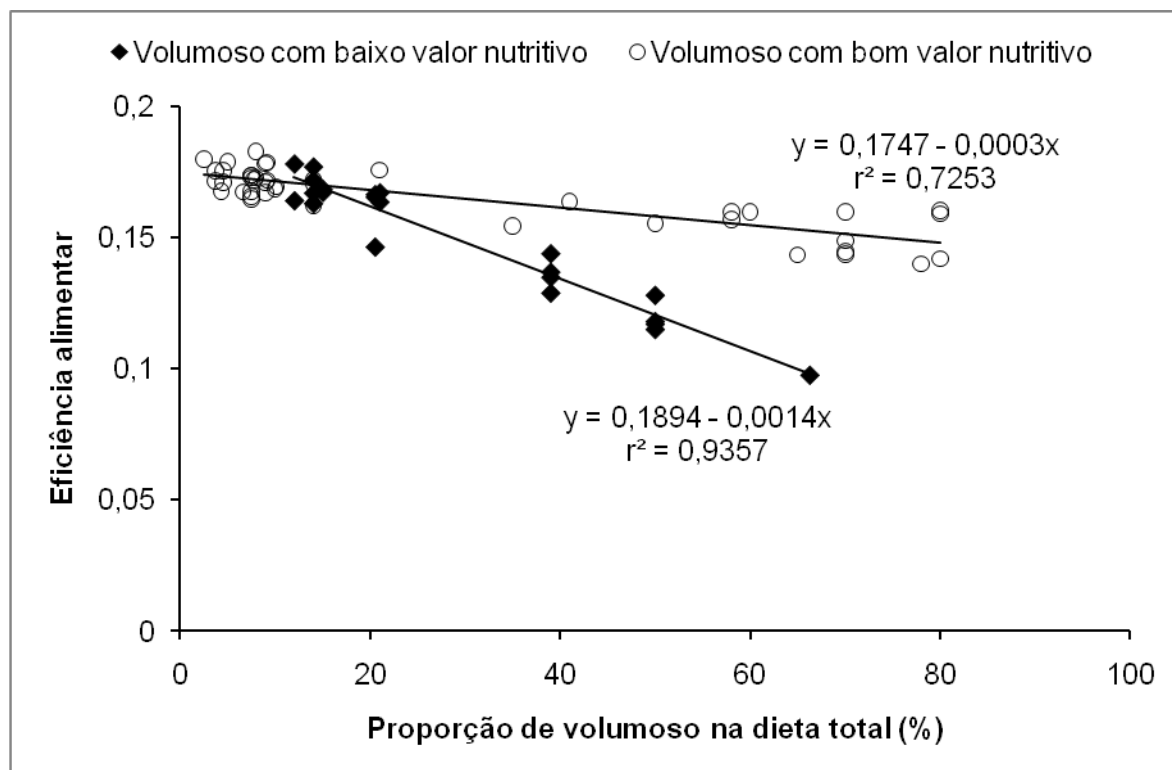


Figura 1 – Relação entre a eficiência alimentar e a proporção de volumoso na dieta de bovinos de corte, de acordo com o valor nutritivo do volumoso

Esses resultados podem ser, em um primeiro momento, relacionados a uma possível redução mais acentuada da digestibilidade naquelas dietas com elevadas proporções de volumosos com baixo valor nutritivo, mas podem também estar associados às exigências energéticas dos animais. Nesse sentido, Susenbeth et al. (1998) estimaram que as atividades de ingestão e ruminação demandam, respectivamente, 0,03 e 0,002 kcal/kg^{0,75} PV/minuto, o que poderia resultar em elevação das exigências de energia metabolizável para manutenção, com redução da eficiência de utilização da energia e, conseqüentemente, da disponibilidade de energia para produção quando os animais são alimentados com volumosos de baixo valor nutritivo (SUSENBETH et al., 1995; CSIRO, 2007). São escassos, contudo, estudos que avaliaram o efeito da fonte de volumoso sobre as exigências nutricionais de ovinos em crescimento.

2.3 Panorama geral dos estudos de exigências nutricionais de ovinos no Brasil

A eficiência produtiva e econômica dos sistemas de produção animal depende, em grande parte, do uso de medidas racionais de manejo, sobretudo no tocante à nutrição dos animais. Neste sentido, o acurado conhecimento das exigências nutricionais permite um melhor ajuste da oferta de nutrientes à demanda animal, e a maximização da eficiência de uso dos nutrientes nos diferentes sistemas de produção. Dessa forma, a intensificação dos sistemas produtivos observada nos últimos anos tem estimulado a realização de inúmeros trabalhos visando gerar tecnologias que permitam otimizar a resposta animal frente a diferentes condições de meio. Especificamente no campo da nutrição, o avanço obtido é bastante expressivo e transita pelo melhor conhecimento do processo digestivo, das características dos alimentos disponíveis, da dinâmica de crescimento animal e dos processos de alimentação. Baseados nisso, os modernos sistemas nutricionais para ruminantes (CANNAS et al., 2004; FOX et al., 2004; CANNAS; TEDESCHI; FOX, 2007; CSIRO, 2007; NRC, 2007), passaram a considerar as diferentes frações dos alimentos não mais como entidades químicas isoladas, mas sim como frações heterogêneas capazes de interagir entre si através de distintos processos metabólicos e que, associadas a predições mecanicistas das exigências nutricionais dos animais, permitem estimar o desempenho animal.

No Brasil, contudo, a pequena evolução do conhecimento em determinadas áreas torna os sistemas de produção de ruminantes altamente dependentes das recomendações nutricionais estrangeiras, sobretudo no tocante às exigências dos animais por nutrientes. Este é o caso, por exemplo, da espécie ovina, cuja dependência no sistema nutricional inglês (ARC, 1980; AFRC, 1993) e, mais recentemente, norte-americano (NRC, 1985, 2007) e australiano (CSIRO, 1990, 2007), é evidenciada há mais de três décadas. Com isso, no Brasil, ainda hoje, a formulação de dietas e suplementos para ovinos é feita a partir de recomendações baseadas em sistemas de produção diferentes daqueles adotados no País, o que resulta, muitas vezes, em desbalanço nutricional e/ou sub-desempenho animal.

Os poucos trabalhos realizados com intuito de estabelecer as exigências nutricionais de ovinos no Brasil iniciaram-se em meados da década de 90 e, de fato, têm demonstrado que as exigências dos animais nas condições brasileiras diferem

daquelas preconizadas internacionalmente. Santos et al. (2002), por exemplo, observaram exigência líquida de energia para manutenção (EL_m) 11,8% inferior ao atual valor preconizado pelo NRC (2007), que é de $62 \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PV}$. Já o sistema nutricional australiano (CSIRO, 2007), preconizou o valor de $66 \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PV}$. Também trabalhando com ovinos lanados, Galvani et al. (2008) encontraram EL_m igual a $58,6 \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PV}$; 5,5 e 11,2% inferior aos valores adotados pelo NRC (2007) e pelo CSIRO (2007), respectivamente. Por outro lado, Silva et al. (2003) observaram que a exigência líquida de energia para manutenção de animais Santa Inês foi de $75 \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PV}$. A grande variabilidade de resultados encontrados sugere que, assim como ocorre com a espécie bovina (NRC, 2000, 2001), na espécie ovina a EL_m pode variar de acordo com a raça ou aptidão produtiva dos animais, embora esta hipótese não seja reconhecida pelos sistemas nutricionais atuais (CSIRO, 2007; NRC, 2007).

De forma semelhante, as exigências protéicas para manutenção de ovinos determinadas em estudos conduzidos no Brasil parecem diferir significativamente daquelas preconizadas internacionalmente, e têm variado entre 1,6 e $2,1 \text{ g/kg}^{0,75} \text{ PV}$ (SILVA et al., 2003; GONZAGA NETO et al., 2005; GALVANI et al., 2009).

No tocante às exigências para crescimento, Pires et al. (2000) encontraram para cordeiros Texel x Ideal exigência líquida de energia, em média, 12,1% menor que a estimada pelo NRC (2007). Nesta mesma linha, diferenças significativas também foram encontradas por Galvani et al. (2008), que relataram, inclusive, exigências protéicas 23,8% menores que as estimadas por aquele Comitê. Por outro lado, alguns estudos têm observado exigências de ganho superiores àquelas preconizadas pelos sistemas nutricionais estrangeiros (CARVALHO; PIRES; SILVA, 2000; SILVA et al., 2007). Estes resultados têm sido relacionados, em parte, a variações nas condições de ambiente e alimentação e, sobretudo, aos diferentes tipos raciais utilizados nos diferentes países, o que afeta o padrão de crescimento e de deposição de nutrientes no corpo dos animais. De forma geral, as equações preconizadas pelos Comitês estrangeiros não são acuradas para predição da composição corporal dos animais utilizados nos sistemas de produção brasileiros (CARVALHO et al., 2000; PIRES; SILVA; SANCHEZ, 2000; SANTOS et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2004; GONZAGA NETO et al., 2005; SILVA et al., 2007; GALVANI et al., 2008; GALVANI et al., 2009; SILVA et al., 2010). Há no

Brasil, contudo, um atraso significativo em relação aos sistemas nutricionais estrangeiros, o que impossibilita a geração de qualquer tipo de recomendação no sentido de melhorar o balanceamento das dietas. Este fato é facilmente evidenciado quando se considera que o ARC (1980), base para o desenvolvimento da maioria dos sistemas nutricionais estrangeiros atuais, há três décadas apresentou equações para predição da composição corporal e das exigências de pequenos ruminantes. Para a espécie ovina, por exemplo, mais de 80 trabalhos foram compilados por aquele Comitê para gerar equações de predição das exigências dos animais em diferentes idades, categorias, tipos raciais, sexos e pesos corporais. A partir deste trabalho os sistemas internacionais evoluíram e hoje apresentam elevado grau de sofisticação, sendo compostos por modelos matemáticos capazes de estimar as exigências nutricionais dos animais (CANNAS et al., 2004; CANNAS; TEDESCHI; FOX, 2007; CSIRO, 2007; NRC, 2007).

É importante destacar que o elevado custo dos experimentos nesta linha é um dos principais fatores atuando de forma contrária ao desenvolvimento de um sistema nutricional aplicado às condições locais brasileiras. Isso ocorre, principalmente, porque a determinação da composição corporal, premissa básica para estudos sobre exigências nutricionais e mobilização de nutrientes, é tradicionalmente feita com base na análise química do corpo dos animais, o que demanda grande quantidade de tempo e recursos financeiros. Assim, o esforço conjunto de diferentes instituições de pesquisa é peça chave para viabilização da elaboração de um manual de normas e padrões de nutrição e alimentação de ovinos no Brasil, devendo ser estimulada a integração entre os grupos de pesquisa atuantes na área.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Sistema Intensivo de Produção de Ovinos e Caprinos (SIPOC) do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP). A temperatura média durante o período experimental, de acordo com a Estação Meteorológica da ESALQ/USP, foi de 23,1°C, com média das mínimas de 16,0°C em abril de 2009 e média das máximas de 30,4°C em março de 2009. Todos os procedimentos adotados foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais em Pesquisa da ESALQ/USP (Protocolo nº 2008-04).

2.1 Experimento I – Abate comparativo

2.1.1 Animais, dietas e instalações

Foram utilizados 84 cordeiros $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês, machos não castrados, desmamados aos 56 dias de idade (PV inicial = 18,0 \pm 3,3 kg). Os animais foram vermifugados para controle de endoparasitos (Dectomax®, Pfizer Animal Health, Exton, PA, EUA), vacinados contra clostridioses (Sintoxan T®, Merial S.A., Montevideo, Uruguai) e confinados em baias individuais providas de comedouros e bebedouros, sendo distribuídos, de acordo com o peso ao desmame (bloco), em dois grupos: VBVN – cordeiros alimentados com dieta composta por volumoso de baixo valor nutricional; e VAVN – cordeiros alimentados com dieta composta por volumoso de alto valor nutricional. Os animais foram alimentados *ad libitum* por um período de 10 dias, para adaptação à dieta e às condições experimentais. Transcorrido o período de adaptação, sete animais de cada grupo (VBVN e VAVN) foram aleatoriamente selecionados e abatidos (animais referência). Dentre os remanescentes, 21 animais de cada grupo foram alimentados *ad libitum* e abatidos aos 25, 35 ou 45 kg de peso vivo (sete animais por grupo) sendo, os 28 demais animais, submetidos a dois níveis de restrição alimentar, de forma a obterem-se diferentes níveis de consumo de energia metabolizável (EM): 70 e 50% do consumo *ad libitum*, expresso em percentual do peso vivo. O abate destes últimos foi realizado juntamente com aqueles abatidos aos 45 kg

de PV, independentemente do peso em que se encontravam. Os animais foram pesados semanalmente antes do fornecimento da ração matinal, apenas como forma de acompanhamento do desenvolvimento dos mesmos, para o estabelecimento dos dias de abate.

As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2007) e ajustadas com auxílio do software *Small Ruminant Nutrition System – SRNS®* versão 1.8.7, para serem isonitrogenadas e isoenergéticas. Foram utilizados como alimentos volumosos o bagaço de cana-de-açúcar *in natura* (*Saccharum officinarum*) (VBVN) e o feno de capim *coastcross* (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) (VAVN), sendo o concentrado composto por milho moído, farelo de soja, polpa cítrica, calcário calcítico e suplemento mineral (Tabela 1). Volumoso e concentrado foram pesados individualmente e misturados imediatamente antes do fornecimento às 8:00 e 16:00 horas. As quantidades fornecidas foram ajustadas diariamente admitindo-se, para os animais alimentados *ad libitum*, 10% de sobras. Diariamente foram colhidas amostras dos alimentos fornecidos e de suas respectivas sobras, as quais foram compostas por animal, fracionadas em duas sub-amostras e armazenadas (-20°C) para posteriores análises físico-químicas.

2.1.2 Avaliação do comportamento ingestivo

O comportamento ingestivo dos animais foi avaliado, em duas ocasiões, mediante observação visual em intervalos de 5 minutos durante as 24 horas do dia, determinando-se os tempos despendidos em ingestão de alimento, ruminação e ócio. O tempo total despendido em cada atividade foi calculado como: Tempo (min./dia) = n^o de observações × 5. O tempo de mastigação total (TMT) foi calculado pelo somatório dos tempos de ingestão e ruminação. Os tempos de ingestão e ruminação foram expressos, ainda, em minutos por grama de matéria seca (min/g MS) e FDN (min/g FDN). Para isso, consideraram-se os consumos de MS e FDN nos dias de avaliação.

Tabela 1 – Formulação e composição química das dietas e dos volumosos experimentais[¶]

	VBVN	VAVN	Bagaço de cana	Feno
Ingrediente (% MS)				
Feno de <i>coastcross</i>	..	30,0	..	..
Bagaço de cana <i>in natura</i>	15,0	..	..	..
Polpa cítrica	32,6	26,3	..	..
Milho moído	34,9	32,8	..	..
Farelo de soja	15,9	9,50	..	..
Cloreto de amônio	0,50	0,50	..	..
Uréia	0,30	0,18	..	..
Suplemento mineral [†]	0,80	0,80	..	..
Composição				
Matéria seca (% MN)	75,9	88,4	45,6	86,6
Matéria orgânica (% MS)	95,3	94,4	96,5	92,1
Proteína bruta (% MS)	16,3	15,8	3,94	14,8
Fibra em detergente neutro (% MS)	30,6	34,8	84,6	68,2
Fibra em detergente ácido (% MS)	16,8	17,6	53,1	36,6
Carboidratos não-fibrosos (% MS)	45,2	40,8	5,76	5,90
NIDN (% do N total)	13,5	20,1	16,0	35,9
NIDA (% do N total)	8,33	7,38	9,03	5,41
Lignina (% MS)	3,14	2,14	12,1	3,50
Energia metabolizável (Mcal/kg) [‡]	2,69	2,67	..	..

[¶]VBVN – dieta composta por volumoso de baixo valor nutricional; VAVN – dieta composta por volumoso de alto valor nutricional; MS – matéria seca; MN – matéria natural; NIDN – nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA – nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

[†]Composição: 7,5% P; 13,4% Ca; 1% Mg; 7% S; 14,5% Na; 21,8% Cl; 500 ppm Fe; 300 ppm Cu; 4600 ppm Zn; 1100 ppm Mn; 55 ppm I; 40 ppm Co; 30 ppm Se.

[‡]Valores estimados com auxílio do software Small Ruminant Nutrition System – SRNS® versão 1.8.7.

2.1.3 Abate e composição das amostras

Os animais foram abatidos após jejum de sólidos por 16 horas, sendo insensibilizados com auxílio de pistola de dardo cativo, acionada com cartucho de explosão, e sacrificados mediante sangria, pela secção das artérias carótidas e veias jugulares. No ato, efetuou-se a colheita total do sangue. Após a esfolagem e evisceração,

cada componente corporal (sangue, pele, patas, cabeça, vísceras e carcaça) foi pesado individualmente. Os conteúdos do trato gastrintestinal (CGI), bexiga e vesícula biliar foram eliminados possibilitando, desta forma, o cálculo do peso de corpo vazio (PCV):

$$PCV = PV - (CGI + urina + bile) \quad (1)$$

As carcaças foram acondicionadas em câmara frigorífica a 4°C por 24 horas e, em seguida, longitudinalmente seccionadas. Foram constituídos sete grupos de componentes corporais:

1. sangue (o total colhido constituiu a própria amostra);
2. pele;
3. órgãos internos (pulmão + traquéia, coração, rins, esôfago, língua, timo, baço, diafragma, bexiga, fígado e aparelho reprodutor);
4. trato gastrintestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino grosso e intestino delgado);
5. gordura interna (gordura cardíaca, renal, associada ao aparelho reprodutor e ao trato gastrintestinal);
6. carcaça (meia carcaça esquerda);
7. apêndices (cabeça e patas).

Os grupos de componentes 2, 3 e 4 foram triturados em moinho desintegrador (MA-923, Marconi Ltda., Piracicaba, SP, Brasil), enquanto os grupos 5, 6 e 7 foram triturados em moinho industrial de grande capacidade (Herman P-33a-3-789 15 HP, Bom Retiro, SP, Brasil), pertencente ao Laboratório de Avaliação de Carcaças do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa. Após a trituração, tomaram-se aproximadamente 500 gramas de cada amostra, as quais foram congeladas (-20°C) para posteriores análises químicas.

2.2 Experimento II – Ensaio de digestibilidade

Seis ovinos ½ Dorper x ½ Santa Inês (PV médio = 52,3 ± 6,9 kg), machos não castrados canulados no rúmen, foram mantidos em gaiolas de estudo de metabolismo

providas de comedouro, bebedouro e coletores de fezes e urina, em delineamento experimental Quadrado Latino 6 × 6, com o objetivo de avaliar o valor nutricional das dietas sob os diferentes níveis de consumo (*ad libitum*, 70 ou 50% do consumo *ad libitum*). O ensaio foi conduzido em 6 períodos de 15 dias, sendo 10 dias de adaptação às dietas e 5 dias de colheita de amostras. Os procedimentos de alimentação foram similares àqueles descritos para o Experimento I, sendo as quantidades fornecidas e as sobras mensuradas diariamente durante todo o período experimental. Os animais foram pesados ao início e ao final de cada período, após jejum de sólidos por aproximadamente 14 horas.

No décimo dia do período experimental amostras de conteúdo ruminal total foram colhidas 3 horas após a alimentação matutina e filtradas através de 4 camadas de tecido de algodão. Alíquotas de 25 mL de fluido ruminal filtrado foram, então, acidificadas com 1,5 mL de HCl 6N e congeladas (-20°C) para posterior determinação da concentração ruminal de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC).

Durante o período de amostragem a urina foi colhida em frascos contendo 100 mL de uma solução de ácido sulfúrico 7,2N. O volume produzido foi mensurado e uma alíquota correspondente a 1% do total foi tomada, diluída com água destilada para completar um volume de 100 mL e congelada (-20 °C) para posteriores análises. As fezes foram colhidas mediante o uso de arreios coletores, sendo tomadas amostras de aproximadamente 10% do total. As amostras diárias das sobras, fezes e urina foram homogeneizadas por animal e por período, constituindo amostras compostas.

No último dia de colheita, amostras do conteúdo ruminal total foram colhidas 1 hora antes da alimentação matutina e, subsequentemente, nos tempos 0,5; 2; 4; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 20 e 24 horas após a alimentação. As amostras foram filtradas através de 4 camadas de tecido de algodão e o pH do fluido foi imediatamente mensurado com potenciômetro digital (DM-21, DIGIMED - Digicrom Analítica Ltda., São Paulo, SP, Brasil).

2.3 Experimento III – Degradabilidade *in vitro*

A degradabilidade ruminal das dietas e dos volumosos experimentais foi estimada *in vitro*, no Laboratório de Nutrição do CENA/USP. Para isso, 1 g de amostra foi incubado por 24 horas em frasco de 160 mL contendo 10 mL de inóculo e 90 mL de meio de cultura preparado conforme as recomendações de Theodorou et al. (1994). O inóculo ruminal foi obtido de dois ovinos adultos, fistulados no rúmen e mantidos em pastagem, suplementados com 500 g/dia de um concentrado comercial a base de milho, farelo de soja, uréia e melaço. Foram preparados quatro frascos por amostra, os quais foram lacrados e mantidos em estufa a 39°C. O gás produzido durante a incubação foi liberado periodicamente. Ao final do período de incubação o conteúdo das garrafas foi filtrado em cadinhos porimizados e o resíduo sólido utilizado para as determinações de matéria seca e matéria orgânica.

2.4 Análises químico-físicas

2.4.1 Alimentos, sobras, fezes, urina e fluido ruminal

As amostras dos alimentos fornecidos, sobras e fezes foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 55°C por aproximadamente 72 horas sendo, em seguida, trituradas em moinho de facas (MA-680, Marconi Ltda., Piracicaba, SP, Brasil) provido de peneira com poros de 1 mm de diâmetro. Foram determinados os teores de matéria seca (MS) por secagem em estufa a 105°C durante 24 horas, e de cinzas por incineração em mufla a 550°C durante 4 horas. O teor de nitrogênio total (N) foi determinado em sistema de combustão (Leco FP-528, Leco Corp., St. Joseph, MI, EUA). Para conversão dos valores de N em proteína bruta (PB) foi utilizado o fator de correção 6,25. Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas segundo Senger et al. (2008), e o teor de lignina em detergente ácido segundo Robertson e Van Soest (1981). A determinação dos teores de gordura total foi realizada em sistema de extração por fluido supercrítico (Leco TFE2000, Leco Corp., St. Joseph, MI, EUA). O calor de combustão das amostras foi determinado em bomba calorimétrica (Parr, Calorímetro Adiabático, EUA).

Sub-amostras das sobras e das dietas experimentais foram analisadas quanto ao seu tamanho de partículas, utilizando peneiras com porosidade de 19; 7,9 e 0 mm. A agitação das peneiras foi feita de acordo com o método *Penn State* de separação de partículas (HEINRICHS, 1996).

Nas amostras de urina foram determinadas a concentração de N total pelo método Kjeldahl (Method 984.13; AOAC, 1997) e as concentrações de alantoína, ácido úrico e hipoxantina por cromatografia líquida de alta precisão (HPLC). Para estas análises, as amostras foram preparadas através de centrifugação a 2000 \times g por 20 minutos, seguida de filtração através de membrana com porosidade de 0,45 μ M (Millipore, Billerica, MA, EUA). Uma alíquota de 5 μ L do filtrado foi injetada em HPLC (HP Agilent 1100 Series, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, EUA), equipado com coluna de fase reversa (Nova-Pak C18, 250 \times 3,9 mm, 4 μ m, Waters Corp., Milford, MA, EUA), bomba quaternária e detector de arranjo de diodo. Foi utilizado um sistema cromatográfico em gradiente com duas fases móveis: tampão A ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 0,0025M, pH 3,5) e tampão B (tampão A: acetonitrila, 8:2 v/v, pH 4,0). Oxipurinol (1 mM/amostra) foi utilizado como padrão interno.

As concentrações de AGCC no fluido ruminal foram determinadas por cromatografia gasosa (CG HP 7890A; Injetor HP 7683B, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, EUA) usando coluna capilar HP-FFAP (19091F-112; 25 m \times 0,320 mm, 0,50 μ m, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, EUA). Para isso, 1,6 mL de fluido ruminal foi centrifugado (15.000 \times g; 15 minutos; 4°C) com 0,4 mL de uma solução 3:1 de ácido metafosfórico (25%) com ácido fórmico (98-100%) e 0,2 mL de solução de ácido 2-etil-butírico 100 mM (padrão interno; PM = 116,16; CAS 88-09-5; Sigma Chemie GmbH, Steinheim, Alemanha).

2.4.2 Componentes corporais

À exceção das amostras de sangue, as amostras de componentes corporais previamente trituradas (aproximadamente 250 g) foram secas em estufa a 105°C por 96 horas, para determinação do teor de MS. Em seguida, as amostras secas foram pesadas, submersas em éter de petróleo e filtradas. A perda de peso decorrente deste

processo forneceu um valor preliminar do teor de gordura das amostras. As amostras residuais foram, então, processadas em moinho de bola (MA-350, Marconi Ltda., Piracicaba, SP, Brasil) e submetidas às determinações MS por secagem em estufa a 105°C durante 24 horas, cinzas por incineração em mufla a 550°C durante 4 horas, N total em sistema de combustão (Leco FP-528, Leco Corp., St. Joseph, MI, EUA) e gordura total em sistema de extração por fluido supercrítico (Leco TFE2000, Leco Corp., St. Joseph, MI, EUA).

As amostras de sangue foram acondicionadas em recipientes de alumínio e levadas à estufa de ventilação forçada a 65°C por 96 horas, para determinação da matéria parcialmente seca (MPS). Posteriormente foram trituradas em moinho de bola e submetidas às determinações de MS, cinzas, N e gordura total, conforme descrito anteriormente. Foi utilizado o fator de correção 6,25 para conversão dos valores de N em PB.

2.5 Cálculos e análises de dados

2.5.1 Valor nutricional das dietas

O valor nutricional das dietas foi calculado com base nos resultados obtidos no ensaio de digestibilidade. A digestibilidade aparente das diferentes frações da dieta, sob os diferentes níveis de consumo, foi calculada como a razão entre a quantidade digerida (consumido – excretado nas fezes) e a quantidade consumida. As concentrações de energia metabolizável (EM) das dietas foram estimadas pela diferença entre o consumo de energia digestível e a perda de energia urinária (PALADINES et al., 1964) e sob a forma de metano. Esta última foi estimada estequiometricamente, com base nas proporções molares dos AGCC produzidos no rúmen, conforme Hegarty e Nolan (2007).

A oferta de proteína metabolizável (PM) sob os distintos níveis de consumo foi obtida pelo somatório das frações digestíveis da proteína microbiana verdadeira (PmV) e da proteína não-degradável no rúmen (PNDR). A síntese de nitrogênio microbiano (Nm) foi estimada iterativamente com base na excreção urinária de derivados de purinas (DP), conforme metodologia descrita por Chen e Gomes (1995). Por sua vez, a

não-degradabilidade da proteína dietética foi estimada com base nos modelos propostos por Cannas et al. (2004). O fator 6,25 foi adotado para converter Nm em proteína microbiana. Considerou-se que 80% da proteína microbiana total é representada por proteína verdadeira e que ambas, PmV e PNDR, possuem digestibilidade intestinal de 80% (NRC, 2000).

2.5.2 Estimativa da composição corporal

Os conteúdos corporais de água, gordura, proteína e cinzas foram estimados pelo somatório dos valores, expressos em gramas (g), destas frações nos diferentes grupos de componentes corporais analisados. A concentração corporal de energia foi calculada utilizando-se os equivalentes calóricos da gordura e da proteína, segundo o ARC (1980):

$$\text{Energia, kcal} = (9,40 \times \text{gordura, g}) + (5,64 \times \text{proteína, g}) \quad (2)$$

Para estimativa da composição corporal dos animais alimentados *ad libitum*, em qualquer peso na faixa dos 15 aos 45 kg, foi utilizada a equação de regressão entre o logaritmo do conteúdo corporal de água, gordura, proteína, cinzas ou energia e o logaritmo do PCV, conforme o ARC (1980):

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

2.5.3 Retenções de proteína, gordura e energia corporais

Para o cálculo das retenções de proteína, gordura e energia corporais (retenção = conteúdo final – conteúdo inicial) durante o período experimental, estimaram-se os conteúdos corporais iniciais de proteína com base na composição corporal dos animais referência. Para isso, os conteúdos corporais destes componentes foram relacionados ao PCV dos animais referência, de acordo com a equação logarítmica preconizada pelo ARC (1980) e apresentada anteriormente. A estimativa do PCV inicial (PCV_i) de cada

animal, da mesma forma, foi realizada com base nos dados dos animais referência, através da relação a seguir:

$$PCV_i, \text{ kg} = a + b \times PV_i, \text{ kg} \quad (4)$$

em que, PV_i representa o peso vivo de cada animal ao início do experimento.

2.5.4 Estimativa da exigência líquida de proteína para manutenção

Quantificadas a ingestão e a retenção de nitrogênio pelos cordeiros, foi obtida a equação de regressão entre a retenção diária de nitrogênio no corpo animal ($\text{g/kg}^{0,75}$ PV) e o consumo diário de nitrogênio ($\text{g/kg}^{0,75}$ PV):

$$\text{Retenção de N, g/kg}^{0,75} \text{ PV} = a + b \times \text{N consumido, g/kg}^{0,75} \text{ PV} \quad (5)$$

O intercepto da equação obtida (ingestão de N = 0) representou a perda endógena e metabólica diária de N, a qual, multiplicada pelo fator de correção 6,25 corresponde à exigência líquida de proteína para manutenção (PL_m). Por sua vez, o coeficiente de regressão da equação representa a eficiência de utilização do nitrogênio ingerido (SILVA, 1996).

2.5.5 Estimativa da exigência líquida de energia para manutenção

A exigência de energia líquida para manutenção (EL_m) foi determinada pela regressão do logaritmo da produção de calor (PC, $\text{kcal/kg}^{0,75}$ PV) em função do consumo de energia metabolizável (CEM, $\text{kcal/kg}^{0,75}$ PV), extrapolando-se a equação para o nível zero de CEM, segundo metodologia descrita por Lofgreen e Garrett (1968), em que:

$$PC, \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PV} = EM \text{ ingerida, kcal/kg}^{0,75} \text{ PV} - \text{energia retida, kcal/kg}^{0,75} \text{ PV} \quad (6)$$

Adicionalmente, o valor de EL_m foi estimado pela relação não-linear entre a produção de calor (PC, kcal/kg^{0,75} PV) e o consumo diário de energia metabolizável (CEM, kcal/kg^{0,75} PV), conforme o modelo:

$$PC, \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PV} = a \times \exp^{(b \times CEM)} \quad (7)$$

assumindo-se o valor do parâmetro estimado “a” como a produção de calor em jejum (CEM = 0), ou seja, a exigência líquida de energia para manutenção.

2.5.6 Determinação das exigências líquidas para ganho de peso

As exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso foram obtidas pela diferença entre a composição corporal dos animais em diferentes intervalos de peso, cujos valores foram estimados com base na Eq. (3). Por exemplo, a exigência líquida de energia de um animal de 20 kg de PV e ganho de 0,200 kg/dia, foi obtida pela diferença entre as composições corporais aos 20,2 e 20 kg de PV, calculadas com base no PCV. Para isso, o PCV de cada animal foi estimado a partir de seu PV.

2.5.7 Eficiência de utilização e exigências de energia metabolizável

A exigência de energia metabolizável para manutenção (EM_m) foi representada pelo ponto de equilíbrio da equação de regressão entre a produção de calor (PC, kcal/kg^{0,75} PV) e o consumo de energia metabolizável (CEM, kcal/kg^{0,75} PV), conforme a Eq. (8). A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção (k_m), por sua vez, foi obtida pela relação:

$$k_m = EL_m / EM_m \quad (8)$$

Por sua vez, a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso (k_g) foi representada pelo coeficiente de regressão da equação entre a retenção de energia (RE, kcal/kg^{0,75} PV) e o consumo de EM (kcal/kg^{0,75} PV):

$$RE, \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PV} = a + b \times CEM, \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PV} \quad (9)$$

Adicionalmente, o valor de k_g foi estimado pela relação entre a RE e o consumo de EM acima da manutenção (CEM_g), considerando nula a retenção energética quando $CEM_g = 0$, conforme o modelo:

$$RE, \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PV} = b \times CEM_g, \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PV} \quad (10)$$

em que,

$$CEM_g, \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PV} = CEM, \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PV} - EM_m, \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PV} \quad (11)$$

A exigência de energia metabolizável para ganho de peso (EM_g) foi estimada pela relação entre EL_g e k_g :

$$EM_g = EL_g / k_g \quad (12)$$

2.5.8 Eficiência de utilização e exigências de proteína metabolizável

A exigência de proteína metabolizável para manutenção (PM_m) foi estimada através da relação entre a retenção de nitrogênio no corpo dos animais ($g/kg^{0,75} \text{ PV}$) e o consumo de PM ($g/kg^{0,75} \text{ PV}$), extrapolando a equação ao nível zero de retenção de nitrogênio. A razão entre PL_m e PM_m representou a eficiência de utilização da proteína metabolizável para manutenção (k_{pm}):

$$k_{pm} = PL_m / PM_m \quad (13)$$

Por sua vez, a eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho de peso corporal (k_{pg}), foi obtida pela relação entre a retenção protéica ($g/ kg^{0,75} \text{ PV}$) e o consumo de proteína metabolizável ($g/kg^{0,75} \text{ PV}$). O coeficiente de regressão da equação representou a eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho de

peso (k_{pg} ; GALVANI et al., 2009), e a exigência de proteína metabolizável para ganho (PM_g) foi estimada pela relação entre PL_g e k_{pg} :

$$PM_g = PL_g / k_{pg} \quad (14)$$

2.5.9 Delineamento experimental e análises estatísticas

Os dados de consumo, ganho de peso e comportamento ingestivo dos animais do experimento I foram analisados em delineamento de blocos casualizados, através do procedimento MIXED do SAS (Statistical Analyses System, SAS Inst. Inc., Cary, NY, EUA). O peso dos animais ao início do experimento foi considerado como fator de blocagem. O modelo da análise de variância incluiu os efeitos fixos da dieta, do nível de consumo e da interação dieta \times nível de consumo, além do efeito aleatório de bloco. Os dados do estudo de comportamento ingestivo foram analisados como medidas repetidas no tempo, incluindo o efeito do dia de avaliação no modelo. Os dados de consumo, digestibilidade e concentração ruminal de AGCC obtidos no experimento II foram analisados em delineamento Quadrado Latino 6 \times 6, cujo modelo da análise variância incluiu os efeitos fixos de dieta, nível de consumo e a interação dieta \times nível de consumo, além dos efeitos aleatórios de animal e período. O pH foi analisado como medida repetida no tempo. As médias dos tratamentos foram obtidas através da opção LSMEANS do SAS, sendo o efeito do nível de consumo analisado por contrastes polinomiais e a interação dieta \times nível de consumo, quando significativa ($P > 0,05$), desdobrada por comparação de médias usando a opção PDIFF do SAS. Os resultados do ensaio de degradabilidade *in vitro* foram analisados em delineamento experimental inteiramente casualizado usando o procedimento GLM do SAS.

A composição corporal e do ganho, as exigências, e as eficiências de uso da energia e da proteína foram estudadas através de análise de regressão, usando modelos lineares através do procedimento REG, ou não-lineares com auxílio do procedimento NLIN do SAS. Adicionalmente, a hipótese de não-igualdade dos parâmetros das equações obtidas para os animais submetidos às diferentes dietas foi testada através do procedimento GLM, incluindo o efeito da dieta como covariável no

modelo (KAPS; LAMBERSON, 2004). Os resíduos das equações foram relacionados aos valores preditos e utilizados para verificar as premissas de homocedasticidade, independência e normalidade dos erros. Os pontos com valores de resíduo *studentizado* superiores a $\pm 2,5$ foram considerados *outliers* e removidos da base de dados.

A acurácia dos sistemas nutricionais estrangeiros (NRC, 1985, 2007; AFRC, 1993; CSIRO, 2007) em estimar as exigências líquidas de ganho de ovinos $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês foi estabelecida por meio da raiz do quadrado médio do erro de predição (RMSEP), segundo Tedeschi (2006).

3 RESULTADOS

3.1 Consumo e desempenho

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios observados de consumo e o ganho médio diário dos cordeiros no Experimento I, sob os diferentes níveis de alimentação. O consumo foi expresso em função do peso metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$ PV), uma vez que as ofertas foram calculadas de acordo com peso dos animais nos diferentes blocos, o que resulta em grande variação dos consumos absolutos (kg/dia). O consumo de matéria seca relacionou-se de forma quadrática ao nível de oferta de alimento ($P < 0,05$), sendo maior para os animais alimentados com a dieta contendo feno de *coastcross* ($P = 0,001$). Resultados semelhantes foram observados para o consumo de FDN. Por outro lado, o consumo de proteína bruta não diferiu ($P = 0,064$) entre as dietas avaliadas, refletindo a seletividade da ração pelos animais (Figura 2). O consumo de EM também foi semelhante para os animais recebendo as diferentes dietas ($P = 0,21$).

Tabela 2 – Consumo e ganho médio diário (GMD) de cordeiros alimentados com dietas compostas por diferentes volumosos, em 3 níveis de consumo[¶]

	Bagaço de cana			Feno de <i>coastcross</i>			EPM [†]	Efeito [‡]		
	AD	70	50	AD	70	50		NC	D	NCxD
Consumo (g ou kcal/kg ^{0,75} PV)										
MS	82,4	58,1	40,2	94,0	61,9	44,5	0,66	<0,001 ^Q	0,001	0,25
PB	14,4	9,47	6,61	15,0	9,75	7,01	0,11	<0,001 ^Q	0,06	0,86
FDN	24,9	17,6	12,4	31,7	21,8	15,7	0,18	<0,001 ^Q	<0,001	0,08
EM	262	184	127	275	181	130	1,64	<0,001 ^Q	0,21	0,13
GMD (g)	261 ^b	121 ^c	38 ^d	274 ^a	119 ^c	32 ^d	3,44	<0,001 ^Q	0,17	0,045

[¶]AD – animais alimentados *ad libitum*, ou restritos a 70 e 50% do consumo *ad libitum*; MS – matéria seca; PB – proteína bruta; FDN – fibra em detergente neutro; EM – energia metabolizável.

[†]erro padrão residual da média.

[‡]NC – efeito do nível de consumo; D – efeito de dieta.

^Qefeito quadrático pelo teste do contraste polinomial ($P < 0,05$).

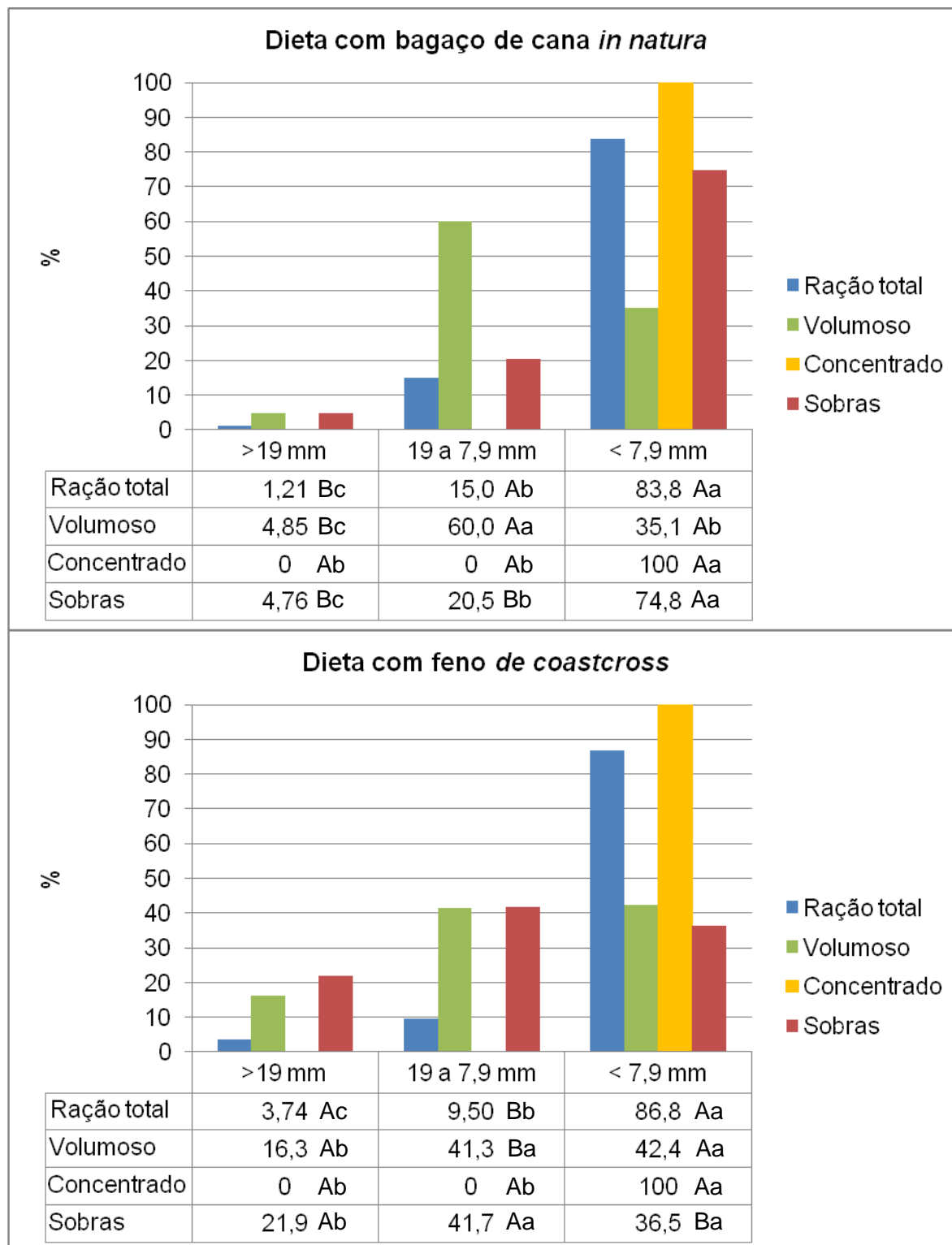


Figura 2 – Tamanho de partículas das dietas, volumosos e sobras de alimento. Letras maiúsculas e minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre dietas e extratos de partículas, respectivamente ($P < 0,05$)

Como esperado, o ganho médio diário (GMD) correlacionou-se positivamente ao consumo de MS ($r = 0,96$), diminuindo na medida em que este foi restringido. Contudo, embora os animais alimentados com a dieta composta por feno tenham consumido maior quantidade de alimento, apenas os animais alimentados *ad libitum* apresentaram GMD superior àquele dos animais alimentados com a dieta composta por bagaço de cana ($P = 0,045$).

De forma semelhante, quando comparados apenas os dados dos animais alimentados *ad libitum* e abatidos em diferentes pesos (Tabela 3), aqueles recebendo a dieta composta por feno apresentaram consumo de matéria seca mais elevado ($P = 0,004$). Como consequência, estes animais também apresentaram desempenho superior ($P = 0,04$) e alcançaram o peso de abate em menor tempo ($P = 0,048$). Por outro lado, melhor eficiência alimentar foi observada para os animais alimentados com a dieta contendo bagaço de cana ($P = 0,006$). Embora tanto o consumo quanto o GMD tenham sido elevados com o incremento do peso corporal, houve decréscimo linear da eficiência alimentar na medida em que os animais cresceram ($P < 0,001$).

Tabela 3 – Consumo, ganho médio diário (GMD), eficiência alimentar (EA) e tempo de confinamento (dias) de cordeiros alimentados com dietas compostas por diferentes volumosos e abatidos em diferentes pesos[¶]

	Bagaço de cana			Feno de <i>coastcross</i>			EPM [†]	Efeito [‡]		
	A25	A35	A45	A25	A35	A45		PA	D	PAxD
Consumo (g ou kcal/kg ^{0,75} PV)										
MS	73,8	81,3	82,4	83,6	89,4	94,0	1,34	0,010 ^L	0,003	0,97
PB	12,5	13,8	14,4	13,4	14,6	15,0	0,22	0,011 ^L	0,12	0,97
FDN	21,9	23,6	24,9	28,7	30,5	31,7	0,43	0,028 ^L	<0,001	0,98
EM	235	259	262	245	262	275	3,68	0,012 ^L	0,25	0,86
GMD (g)	219	256	261	232	270	274	3,97	0,009 ^Q	0,043	0,99
EA (kg/kg)	0,296	0,267	0,235	0,284	0,253	0,220	0,0043	<0,001 ^L	0,006	0,55
Dias	33	71	107	30	67	99	1,42	<0,001 ^L	0,048	0,72

[¶]A25, A35 e A45 – animais abatidos aos 25, 35 ou 45 kg de PV, respectivamente; MS – matéria seca; PB – proteína bruta; FDN – fibra em detergente neutro; EM – energia metabolizável.

[†]erro padrão residual da média.

[‡]PA – efeito do peso ao abate; D – efeito de dieta.

^Lefeito linear pelo teste do contraste polinomial ($P < 0,05$).

^Qefeito quadrático pelo teste do contraste polinomial ($P < 0,05$).

3.2 Comportamento ingestivo

O tempo de ingestão relacionou-se de forma quadrática com nível de consumo ($P < 0,001$), seguindo o padrão observado para o consumo de MS (Tabela 4). Embora tenham apresentado menor consumo, os animais alimentados com a dieta constituída por bagaço de cana despenderam mais tempo em ingestão (em min/dia, min/g MS e min/g FDN), em resposta ao maior número de refeições feitas pelos animais ao longo do dia ($P = 0,004$).

Tabela 4 – Tempos despendidos em ingestão, ruminação, ócio e mastigação total (TMT), e número de refeições diárias de cordeiros alimentados com dietas compostas por diferentes volumosos, em 3 níveis de consumo[¶]

	Bagaço de cana			Feno de <i>coastcross</i>			EPM [†]	Efeito [‡]		
	AD	70	50	AD	70	50		NC	D	NCxD
Ingestão										
Nº refeições	17 ^a	2 ^c	2 ^c	12 ^b	3 ^c	2 ^c	5,74	<0,001 ^Q	0,004	<0,001
min/dia	274	145	102	235	141	73	4,59	<0,001 ^Q	0,048	0,54
min/ g MS	0,22	0,19	0,23	0,15	0,18	0,19	0,10	0,99	0,008	0,19
min/ g FDN	0,82	0,65	0,78	0,47	0,53	0,39	0,034	0,77	<0,001	0,19
Ruminação										
min/dia	420 ^b	398 ^b	248 ^d	497 ^a	342 ^c	259 ^d	4,14	<0,001 ^L	0,53	0,006
min/ g MS	0,33	0,56	0,58	0,34	0,44	0,55	0,009	<0,001 ^L	0,13	0,20
min/ g FDN	1,25	1,90	1,95	1,02	1,25	1,59	0,031	<0,001 ^L	<0,001	0,28
TMT (min/dia)	698 ^a	544 ^b	357 ^d	732 ^a	470 ^c	332 ^d	6,14	<0,001 ^L	0,26	0,041
Ócio (min/dia)	743	894	1079	700	960	1105	6,99	<0,001 ^L	0,51	0,18

[¶]AD – animais alimentados *ad libitum*, ou restritos a 70 e 50% do consumo *ad libitum*; MS – matéria seca; FDN – fibra em detergente neutro.

[†]erro padrão residual da média.

[‡]NC – efeito do nível de consumo; D – efeito de dieta.

^Lefeito linear pelo teste do contraste polinomial ($P < 0,05$).

^Qefeito quadrático pelo teste do contraste polinomial ($P < 0,05$).

Houve interação significativa ($P = 0,006$) entre nível de consumo e dieta para o tempo despendido em ruminação (min/dia). Enquanto os animais alimentados *ad libitum* com a dieta composta por feno despenderam mais tempo nesta atividade, em comparação aos animais alimentados com a dieta composta por bagaço de cana, no

nível de restrição equivalente a 70% do consumo *ad libitum* esta associação foi invertida, com reflexos sobre o tempo de mastigação total. Expresso em minutos por grama de matéria seca consumida, contudo, o tempo de ruminação não diferiu ($P = 0,13$) entre as dietas formuladas com feno ou bagaço de cana, e aumentou na medida em que o consumo foi restringido ($P < 0,001$). De forma semelhante, o tempo de ruminação expresso em min/g FDN consumida aumentou linearmente ($P < 0,001$) com a restrição do consumo de alimento, porém foi maior para os animais alimentados com a dieta contendo bagaço de cana ($P < 0,001$).

3.3 Digestibilidade e parâmetros ruminais

De forma similar ao que foi observado no experimento I, o consumo de alimento pelos animais no ensaio de digestibilidade foi maior para aqueles recebendo a dieta composta por feno ($P = 0,046$), embora os valores médios encontrados tenham sido pouco inferiores aos do experimento anterior (Tabela 5).

A redução do consumo de alimento resultou em aumento linear da digestibilidade aparente da MS, MO, PB e FDN ($P < 0,05$), com reflexos sobre o teor de energia digestível da dieta ($P = 0,048$). Não houve efeito do nível de consumo sobre o teor de energia metabolizável da dieta ($P = 0,65$), mas a relação EM:ED decresceu linearmente ($P = 0,001$) com a redução do consumo. Com exceção da FDN ($P = 0,08$), a digestibilidade das frações dietéticas foi maior na dieta contendo bagaço de cana *in natura* ($P < 0,001$), a qual também apresentou maiores teores de energia digestível e metabolizável ($P < 0,001$). As concentrações médias de EM das dietas contendo bagaço de cana e feno de *coastcross* foram, respectivamente, 17,8 e 8,9% superiores aos valores estimados pelo *SRNS*®.

Não houve efeito da dieta ($P = 0,09$), tampouco do nível de consumo ($P = 0,38$), sobre a excreção urinária de N que foi de 7,34 g/dia, em média. Por outro lado, a excreção fecal de N foi positivamente correlacionada ao consumo de matéria orgânica ($r = 0,79$; $P < 0,001$), sendo maior para os animais alimentados com a dieta contendo feno de *coastcross* ($P = 0,001$). Resultados semelhantes foram obtidos para a síntese de N microbiano, que foi cerca de 25,5% superior para estes animais.

Tabela 5 – Consumo, digestibilidade aparente, síntese microbiana e concentração energética de dietas compostas por diferentes volumosos fornecidas a ovinos em 3 níveis de consumo[¶]

	Bagaço de cana			Feno de <i>coastcross</i>			EPM [†]	Efeito [‡]		
	AD	70	50	AD	70	50		NC	D	NCxD
Consumo (g/kg ^{0,75} PV)										
MS	71,5	51,5	38,0	76,9	54,5	41,9	1,00	0,001 ^L	0,046	0,92
MO	68,2	49,1	36,2	72,8	51,5	39,6	0,95	0,001 ^L	0,032	0,53
PB	11,8	8,4	6,2	12,1	8,6	6,6	0,19	0,001 ^L	0,42	0,95
FDN	21,3	15,5	11,4	26,3	18,9	14,6	0,30	0,001 ^L	0,001	0,52
Digestibilidade aparente (%)										
MS	81,8	82,0	82,5	75,8	76,1	79,4	0,28	0,026 ^L	<0,001	0,14
MO	83,1	83,4	84,0	77,9	78,1	81,2	0,26	0,016 ^L	<0,001	0,15
PB	79,2	79,7	79,6	70,7	71,7	75,3	0,33	0,035 ^L	<0,001	0,07
FDN	69,5	70,4	72,4	66,5	68,5	71,2	0,48	0,030 ^L	0,08	0,74
Excreção de nitrogênio (g/dia)										
Fecal	7,39	5,17	4,13	10,4	7,58	4,73	0,25	0,001 ^L	0,001	0,16
Urinária	7,40	6,80	6,49	8,40	7,33	7,79	0,26	0,38	0,09	0,84
Síntese de Nm (g/dia)	21,4	16,8	11,9	27,1	21,2	14,7	0,74	0,001 ^L	0,013	0,76
ED (Mcal/kg)	3,59	3,62	3,69	3,33	3,36	3,46	0,017	0,048	<0,001	0,88
EM (Mcal/kg)	3,19	3,17	3,17	2,96	2,91	2,93	0,015	0,65	<0,001	0,92
EM:ED	0,89	0,88	0,86	0,89	0,87	0,85	0,0013	0,001 ^L	0,042	0,24

[¶]AD – animais alimentados *ad libitum*, ou restritos a 70 e 50% do consumo *ad libitum*; MS – matéria seca; MO – matéria orgânica; PB – proteína bruta; FDN – fibra em detergente neutro; Nm – nitrogênio microbiano; ED – energia digestível; EM – energia metabolizável.

[†]erro padrão residual da média.

[‡]NC – efeito do nível de consumo; D – efeito de dieta.

^Lefeito linear pelo teste do contraste polinomial ($P < 0,05$).

A concentração total de AGCC no fluido ruminal decresceu linearmente ($P < 0,001$) na medida em que o consumo foi restringido, não diferindo entre as dietas avaliadas ($P = 0,44$; Tabela 6). Entretanto, a proporção molar de acetato aumentou ($P = 0,001$) e a de propionato diminuiu ($P = 0,001$) linearmente na medida em que se restringiu a oferta de ração aos animais. Observou-se, ainda, menor proporção de acetato ($P = 0,001$) e maior de propionato ($P = 0,007$) no fluido ruminal dos animais alimentados com a dieta contendo bagaço de cana. A proporção molar de butirado no

fluido ruminal, por sua vez, não foi alterada pela dieta, tampouco pelo nível de consumo ($P > 0,05$).

Tabela 6 – Concentrações de ácidos graxos de cadeia curta no fluido ruminal de ovinos alimentados com dietas compostas por diferentes volumosos, em 3 níveis de consumo[¶]

	Bagaço de cana			Feno de <i>coastcross</i>			EPM [†]	Efeito [‡]		
	AD	70	50	AD	70	50		NC	D	NCxD
Total (mM/L)	81,9	72,2	59,9	80,8	74,8	68,7	2,08	0,024 ^L	0,44	0,63
Acetato (%)	62,3	62,2	65,0	66,0	67,1	68,7	0,24	0,001 ^L	0,001	0,51
Propionato (%)	20,3 ^{ab}	20,8 ^a	17,9 ^c	18,9 ^b	16,6 ^c	15,5 ^d	0,20	0,001 ^L	0,007	0,039
Butirato (%)	14,5	13,5	12,8	12,5	13,1	12,2	0,25	0,28	0,07	0,44

[¶]AD – animais alimentados *ad libitum*, ou restritos a 70 e 50% do consumo *ad libitum*.

[†]erro padrão residual da média.

[‡]NC – efeito do nível de consumo; D – efeito de dieta.

^Lefeito linear pelo teste do contraste polinomial ($P < 0,05$).

Os valores médios de pH do fluido ruminal ao longo do dia não diferiram entre as dietas experimentais (6,31 vs 6,39, respectivamente, para as dietas compostas por bagaço de cana e feno de *coastcross*; $P = 0,19$). Contudo, após a primeira refeição, ofertada às 8 horas, observou-se queda mais acentuada ($P < 0,001$) do pH no fluido ruminal dos animais alimentados com a dieta composta por bagaço de cana (Figura 3). Em ambas as dietas, os menores valores de pH foram observados cerca de 4 horas após a refeição vespertina (16 horas) e foram, em média, de 5,85. A análise de variância indicou, todavia, que neste horário a redução do pH foi mais acentuada ($P = 0,002$) para os animais alimentados *ad libitum* (pH = 5,78).

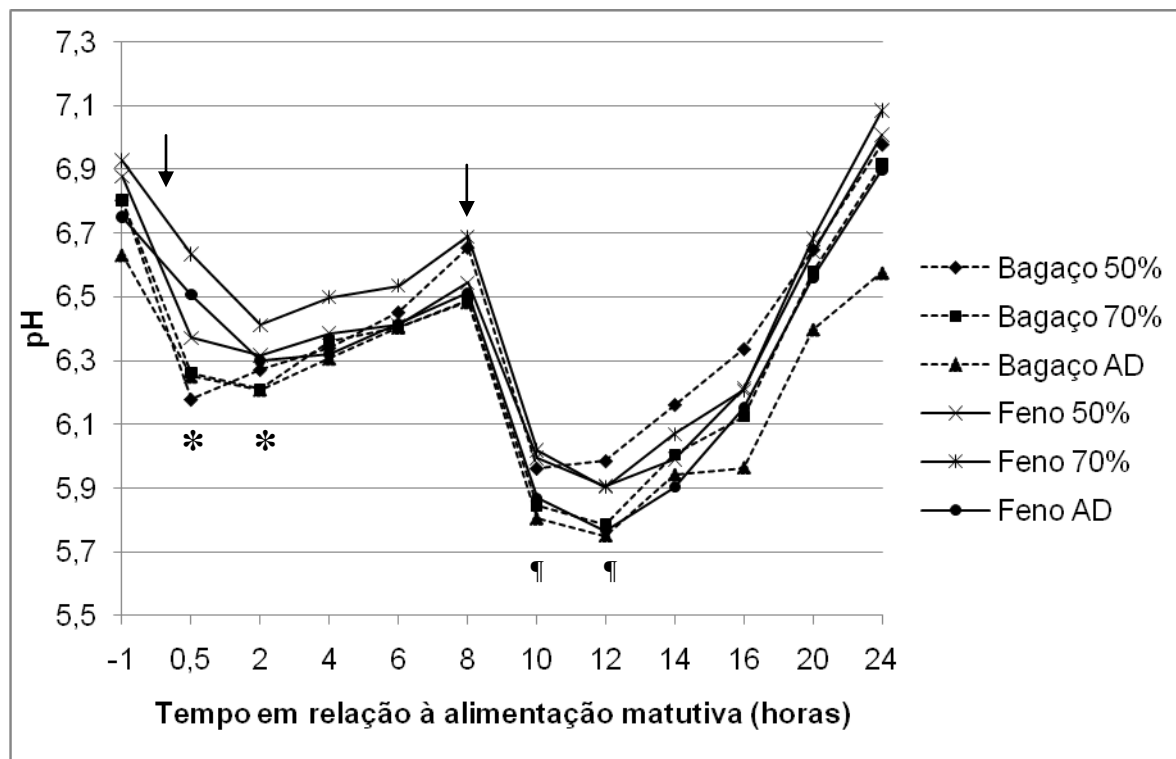


Figura 3 – Variação diária do pH do fluido ruminal em animais alimentados com dietas compostas por volumosos de qualidade distinta, em 3 níveis de consumo
 *efeito significativo de dieta ($P < 0,001$).
 ¶efeito significativo do nível de alimentação ($P = 0,002$).
 As flechas indicam os horários de alimentação. AD – animais alimentados ad libitum, ou restritos a 70 e 50% do consumo ad libitum.

3.4 Degradabilidade *in vitro*

A degradabilidade *in vitro* da matéria seca e da matéria orgânica (Tabela 7), após 24 horas de incubação, foi superior para a dieta contendo bagaço de cana em comparação ao feno de *coastcross* ($P < 0,05$). Entretanto, quando avaliado individualmente, este último foi aproximadamente 76,5% mais degradável ($P = 0,001$).

Tabela 7 – Degradabilidade *in vitro* dos volumosos e dietas experimentais[¶]

	Dieta total		EPM [†]	P>F	Volumoso		EPM [†]	P>F
	Bagaço	Feno			Bagaço	Feno		
MS	90,2	84,9	0,57	0,036	29,3	50,3	1,12	0,001
MO	91,6	85,2	0,19	0,006	30,5	55,4	0,98	0,001

[¶]MS – matéria seca; MO – matéria orgânica.

[†]erro padrão residual da média.

3.5 Composição corporal inicial

A composição corporal inicial dos animais, determinada após 10 dias de adaptação às condições experimentais, diferiu entre as dietas avaliadas ($P < 0,05$; Tabela 8), sendo os conteúdos de gordura e energia maiores para os animais alimentados com a dieta contendo feno de *coastcross*. O conteúdo corporal de proteína não diferiu entre os animais alimentados com as dietas contendo bagaço de cana ou feno ($P = 0,13$).

Tabela 8 – Parâmetros das equações de regressão para estimativa da composição corporal inicial (i) de cordeiros $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês dos 15 aos 45 kg de peso corporal[¶]

	$a (\pm EP)$	$b (\pm EP)$	r^2	DP [†]	n	Eq. [‡]
<i>Bagaço de cana</i>						
Proteína _{<i>i</i>} (kg)	0,3432 ($\pm 0,14$)	0,1600 ($\pm 0,0091$)	0,98	0,081	7	15
Gordura _{<i>i</i>} (kg)	-1,1817 ($\pm 0,29$)	0,1901 ($\pm 0,018$)	0,95	0,16	7	16
Energia _{<i>i</i>} (kg)	-9,1718 ($\pm 2,48$)	2,6898 ($\pm 0,16$)	0,98	1,41	7	17
<i>Feno de coastcross</i>						
Proteína _{<i>i</i>} (kg)	0,6338 ($\pm 0,11$)	0,1412 ($\pm 0,0069$)	0,99	0,068	7	18
Gordura _{<i>i</i>} (kg)	-2,2593 ($\pm 0,29$)	0,2817 ($\pm 0,018$)	0,98	0,18	6	19
Energia _{<i>i</i>} (kg)	-17,6994 ($\pm 2,84$)	3,4449 ($\pm 0,17$)	0,99	1,74	6	20
<i>Geral</i>						
Proteína _{<i>i</i>} (kg)	0,5021 ($\pm 0,091$)	0,1496 ($\pm 0,0058$)	0,98	0,077	14	21
Gordura _{<i>i</i>} (kg)	-1,8430 ($\pm 0,36$)	0,2437 ($\pm 0,022$)	0,91	0,30	13	22
Energia _{<i>i</i>} (kg)	-14,5057 ($\pm 3,18$)	3,1345 ($\pm 0,20$)	0,96	2,67	13	23

[¶]Modelo: Componente, kg ou Mcal = $a + b \times PCV_i$, kg. Os parâmetros estimados "a" e "b" diferiram entre as dietas avaliadas para os componentes Gordura ($P = 0,0061$) e Energia ($P = 0,011$), mas não para o componente Proteína ($P = 0,13$); EP – erro padrão; PCV_i – peso de corpo vazio inicial.

[†]desvio padrão.

[‡]número seqüencial da equação.

As equações apresentadas na Tabela 8 foram utilizadas para estimativa da composição corporal inicial dos animais, com base no PCV inicial (PCV_i) destes, e das retenções de proteína, gordura e energia. A estimativa do conteúdo inicial de proteína foi baseada em uma equação geral (Eq. (21)). A estimativa do valor de PCV_i foi realizada pela regressão entre os valores de PCV e PV dos animais referência. Não

houve efeito da dieta sobre os parâmetros das equações ($P = 0,54$), sendo estabelecida uma equação geral. O intercepto da equação não diferiu ($P > 0,05$) de zero e foi removido do modelo (Eq. (24); $r^2 = 0,99$; DP = 0,36; $n = 13$; $P < 0,001$):

$$PCV_i, \text{ kg} = 0,8472 (\pm 0,0054) \times PV_i, \text{ kg} \quad (24)$$

em que, PV_i representa o peso vivo de cada animal ao início do experimento.

3.6 Composição corporal final e composição do ganho de peso

O peso corporal e o peso de corpo vazio dos animais utilizados no ensaio de abate comparativo (Tabela 9) variaram de forma quadrática em função dos níveis de consumo adotados ($P < 0,001$), acompanhando as taxas de ganho de peso. Como esperado, as concentrações corporais de água e proteína elevaram-se linearmente ($P < 0,001$) na medida em que o consumo de alimento foi restringido, ao passo que as concentrações de gordura e energia foram reduzidas ($P < 0,001$). Embora os animais alimentados com a dieta composta por bagaço de cana tenham alcançado menores taxas de ganho de peso, estes animais apresentaram maior concentração corporal de gordura ($P = 0,044$). Por outro lado, a concentração corporal de proteína foi maior para os animais alimentados com a dieta contendo feno de *coastcross* ($P = 0,023$), de forma que concentração energética corporal não diferiu entre os animais submetidos às diferentes dietas ($P = 0,13$).

Tabela 9 – Composição corporal de cordeiros ½ Dorper x ½ Santa Inês alimentados com dietas compostas por diferentes volumosos, em 3 níveis de consumo[¶]

	Bagaço de cana			Feno de <i>coastcross</i>			EPM [†]	Efeito [‡]			
	REF	AD	70	50	AD	70		50	NC	D	NCxD
<i>n</i>	14	7	7	7	7	7	7	..	..	..	..
PV (kg)	18,1	45,4	30,6	21,3	45,7	28,7	21,5	0,55	<0,001 ^Q	0,96	0,47
PCV (kg)	15,4	39,0	25,7	17,7	39,1	23,6	17,9	0,48	<0,001 ^Q	0,89	0,43
Composição corporal (g ou Mcal/kg de PCV)											
Água	669	578	612	631	591	618	632	2,62	<0,001 ^L	0,20	0,69
Gordura	105	218	182	150	201	168	146	3,13	<0,001 ^L	0,044	0,54
Proteína	186	165	167	177	169	173	180	0,96	<0,001 ^L	0,023	0,84
Cinzas	40,1	37,5	38,5	41,9	38,7	39,5	42,0	0,60	0,08	0,48	0,88
Energia	2,03	2,98	2,65	2,40	2,85	2,55	2,39	0,027	<0,001 ^L	0,13	0,67

[¶]AD – animais alimentados *ad libitum*, ou restritos a 70 e 50% do consumo *ad libitum*; REF – animais referência; PV – peso vivo; PCV – peso de corpo vazio.

[†]erro padrão residual da média.

[‡]NC – efeito do nível de consumo; D – efeito de dieta.

^Lefeito linear pelo teste do contraste polinomial ($P < 0,05$).

^Qefeito quadrático pelo teste do contraste polinomial ($P < 0,05$).

Houve incremento significativo das concentrações corporais de gordura e energia ($P < 0,001$), e concomitante decréscimo das concentrações de água e proteína ($P < 0,001$), com a elevação do peso dos animais (Tabela 10). É interessante notar que a composição corporal dos animais abatidos aos 25 e 35 kg de PV é bastante semelhante àquela apresentada pelos animais sob alimentação restrita (Tabela 9), mesmo tendo estes últimos um PCV bastante inferior. Este fato sugere um importante efeito da idade sobre a composição corporal dos animais, uma vez que aqueles sob restrição foram abatidos juntamente com os animais abatidos aos 45 kg de PV.

Tabela 10 – Composição corporal de cordeiros ½ Dorper × ½ Santa Inês alimentados com dietas compostas por diferentes volumosos e abatidos em diferentes pesos[†]

	Bagaço de cana			Feno de <i>coastcross</i>			EPM [†]	Efeito [‡]			
	REF	A25	A35	A45	A25	A35		A45	PA	D	PAxD
<i>n</i>	14	6	7	7	7	7	7	..	..	..	..
PV (kg)	18,1	25,5	35,8	45,4	25,1	35,4	45,7	0,074	<0,001 ^L	0,36	0,13
PCV (kg)	15,4	21,0	30,4	39,0	20,8	29,5	39,1	0,092	<0,001 ^L	0,08	0,09
Composição corporal (g ou Mcal/kg de PCV)											
Água	669	652	597	578	656	620	591	2,57	<0,001 ^L	0,021	0,30
Gordura	105	148	183	218	132	172	201	2,79	<0,001 ^L	0,014	0,90
Proteína	186	174	171	165	173	171	169	0,64	0,001 ^L	0,51	0,14
Cinzas	40,1	36,1	41,3	37,5	39,2	37,4	38,7	0,62	0,51	0,59	0,10
Energia	2,03	2,36	2,71	2,98	2,22	2,57	2,85	0,025	<0,001 ^L	0,011	0,99

[†]A25, A35 e A45 – animais abatidos aos 25, 35 ou 45 kg de peso vivo, respectivamente; PV – peso vivo; PCV – peso de corpo vazio; REF – animais referência.

[‡]erro padrão residual da média.

[‡]PA – efeito do peso ao abate; D – efeito de dieta.

^Lefeito linear pelo teste do contraste polinomial ($P < 0,05$).

Ainda de acordo com os dados apresentados na Tabela 10, quando considerados apenas os animais alimentados *ad libitum* novamente evidenciou-se maior concentração de gordura corporal para aqueles recebendo a dieta contendo bagaço de cana ($P = 0,014$), o que se refletiu sobre a concentração de energia corporal ($P = 0,011$). Estes resultados estão estreitamente associados à composição do ganho de peso (Tabela 11). Em média, as concentrações de gordura (CGG, %) e energia (CEG, Mcal/kg de ganho de PCV) no ganho foram, respectivamente, 12,5 e 8% maiores para os animais alimentados com a dieta composta por bagaço de cana *in natura* ($P < 0,05$). O maior acúmulo de gordura por estes animais, em comparação àqueles alimentados com a dieta contendo feno de *coastcross*, traduziu-se em maior retenção de gordura nos componentes corporais não-carcaça ($P = 0,028$; Tabela 12), sobretudo devido a um maior acúmulo de gordura visceral ($P = 0,013$).

Tabela 11 – Composição do ganho de peso de cordeiros ½ Dorper × ½ Santa Inês alimentados com dietas compostas por diferentes volumosos e abatidos em diferentes pesos[¶]

	Bagaço de cana			Feno de coastcross			EPM [†]	Efeito [‡]		
	A25	A35	A45	A25	A35	A45		PA	Dieta	PAxD
CGG	21,5	25,9	28,3	19,6	22,3	25,4	0,52	0,001	0,024	0,84
CPG	15,4	16,7	15,3	15,5	15,7	16,1	0,26	0,23	0,51	0,32
CEG	2,91	3,35	3,50	2,71	3,10	3,23	0,052	0,001	0,031	0,96

[¶]A25, A35 e A45 – animais abatidos aos 25, 35 ou 45 kg de peso vivo, respectivamente; CGG – concentração de gordura no ganho de PCV (%); CPG – concentração de proteína no ganho de PCV (%); CEG – concentração de energia no ganho de PCV (Mcal/kg de ganho de PCV); PCV – peso de corpo vazio.

[†]erro padrão residual da média.

[‡]PA – efeito do peso ao abate; D – efeito de dieta.

^Lefeito linear pelo teste do contraste polinomial ($P < 0,05$).

Tabela 12 – Distribuição da gordura corporal (g/kg de PCV) em cordeiros alimentados com dietas compostas por diferentes volumosos e abatidos em diferentes pesos[¶]

	Bagaço de cana			Feno de coastcross			EPM [†]	Efeito [‡]		
	A25	A35	A45	A25	A35	A45		PA	D	PAxD
Carcaça	88,1	109,5	128,0	86,4	106,2	120,6	1,94	<0,001 ^L	0,30	0,82
Não-carcaça	52,2	79,8	90,5	45,6	65,1	80,6	1,75	<0,001 ^L	0,006	0,65
Gordura visceral	33,8	61,1	72,0	27,1	47,6	63,4	1,66	<0,001 ^L	0,007	0,69

[¶]A25, A35 e A45 – animais abatidos aos 25, 35 ou 45 kg de peso vivo, respectivamente. PCV – peso de corpo vazio.

[†]erro padrão residual da média.

[‡]PA – efeito do peso ao abate; D – efeito de dieta.

^Lefeito linear pelo teste do contraste polinomial ($P < 0,001$).

Apesar destas diferenças, quando os conteúdos corporais de água, proteína, gordura, energia e minerais foram plotados em escala logarítmica e relacionados ao peso de corpo vazio, o teste de identidade de modelos (KAPS; LAMBERSON, 2004) não identificou diferenças ($P > 0,05$) entre as equações alométricas geradas para predição da composição corporal dos animais recebendo as diferentes dietas (Tabela 13).

Tabela 13 – Parâmetros das equações de regressão para estimativa da composição corporal (água, proteína, gordura, cinzas e energia) de cordeiros ½ Dorper x ½ Santa Inês dos 15 aos 45 kg de peso corporal[¶]

	a (± EP)	b (± EP)	r ²	DP [†]	n	Eq. [‡]
<i>Bagaço de cana</i>						
Água (kg)	-	0,8521 (± 0,0018)	0,99	0,012	25	25
Proteína (kg)	-0,6133 (± 0,022)	0,8941 (± 0,016)	0,99	0,042	25	26
Gordura (kg)	-1,7702 (± 0,080)	1,7017 (± 0,057)	0,98	0,046	25	27
Cinzas (kg)	-1,2950 (± 0,069)	0,9167 (± 0,049)	0,94	0,042	24	28
Energia (kg)	2,8739 (± 0,049)	1,3788 (± 0,035)	0,99	0,028	25	29
<i>Feno de coastcross</i>						
Água (kg)	-	0,8565 (± 0,0019)	0,99	0,014	28	30
Proteína (kg)	-0,6295 (± 0,019)	0,9067 (± 0,014)	0,99	0,012	28	31
Gordura (kg)	-1,7740 (± 0,094)	1,6815 (± 0,067)	0,97	0,057	27	32
Cinzas (kg)	-1,4184 (± 0,080)	1,0013 (± 0,057)	0,92	0,048	27	33
Energia (kg)	2,9064 (± 0,056)	1,3425 (± 0,040)	0,98	0,025	27	34
<i>Geral</i>						
Água (kg)	-	0,8545 (± 0,0013)	0,99	0,013	53	35
Proteína (kg)	-0,6213 (± 0,014)	0,9003 (± 0,010)	0,99	0,012	53	36
Gordura (kg)	-1,7851 (± 0,060)	1,6963 (± 0,043)	0,97	0,052	52	37
Cinzas (kg)	-1,3464 (± 0,051)	0,9493 (± 0,037)	0,93	0,043	51	38
Energia (kg)	2,8884 (± 0,035)	1,3598 (± 0,025)	0,98	0,030	52	39

[¶]Modelo: $\text{Log}_{10} [\text{componente, kg ou kcal}] = a + b \times \text{log}_{10} \text{PCV, kg}$. Os parâmetros estimados "a" e "b" não diferiram entre as dietas avaliadas ($P > 0,05$); EP – erro padrão; PCV – peso de corpo vazio.

[†]desvio padrão.

[‡]número seqüencial da equação.

3.7 Tamanho relativo dos órgãos internos com elevada taxa metabólica

As proporções de fígado, rúmen e intestino delgado, em relação ao PCV, diminuíram linearmente na medida em que o consumo foi restringido ($P < 0,05$), enquanto a proporção de omaso variou de forma quadrática ($P = 0,014$). Não houve efeito da dieta sobre as proporções dos órgãos internos (Tabela 14).

Tabela 14 – Tamanho relativo (% do PCV) dos órgãos internos de cordeiros ½ Dorper × ½ Santa Inês, em 3 níveis de consumo[¶]

	Bagaço de cana			Feno de <i>coastcross</i>			EPM [†]	Efeito [‡]		
	AD	70	50	AD	70	50		NC	D	NCxD
Coração	0,44	0,48	0,49	0,45	0,46	0,45	0,0066	0,30	0,17	0,22
Rins	0,32	0,29	0,29	0,32	0,29	0,31	0,0047	0,14	0,36	0,85
Fígado	2,04	1,77	1,47	2,00	1,64	1,43	0,025	<0,001 ^L	0,22	0,76
Rúmen	1,93	1,64	1,51	1,96	1,58	1,48	0,031	<0,001 ^L	0,81	0,81
Retículo	0,33	0,32	0,35	0,34	0,33	0,35	0,0066	0,51	0,53	0,88
Omaso	0,25	0,27	0,22	0,26	0,28	0,25	0,0038	0,014 ^Q	0,12	0,74
Abomaso	0,39	0,42	0,41	0,40	0,40	0,43	0,0087	0,38	0,92	0,81
Int. delgado	2,50	2,21	2,10	2,58	2,32	2,19	0,070	0,048 ^L	0,43	0,94
Int. grosso	1,27	1,13	1,24	1,31	1,18	1,20	0,031	0,18	0,80	0,87

[¶]AD – animais alimentados *ad libitum*, ou restritos a 70 e 50% do consumo *ad libitum*;

[†]erro padrão residual da média.

[‡]NC – efeito do nível de consumo; D – efeito de dieta.

^Lefeito linear pelo teste do contraste polinomial ($P < 0,05$).

^Qefeito quadrático pelo teste do contraste polinomial ($P < 0,05$).

3.8 Exigências de manutenção

3.8.1 Proteína

A exigência líquida de proteína para manutenção (PL_m) foi estimada pela relação entre a retenção e o consumo diários de N ($g/kg^{0,75}$ PV) pelos animais (Tabela 15). O teste de identidade de modelos (KAPS; LAMBERSON, 2004) não indicou diferenças ($P = 0,72$) entre os parâmetros estimados para as equações das distintas dietas, obtendo-se, portanto, uma equação geral para estimativa da PL_m (Figura 4).

Tabela 15 – Parâmetros das equações de regressão para estimativa da retenção ($\text{g/kg}^{0,75}$ PV) em função do consumo de nitrogênio ($\text{g/kg}^{0,75}$ PV) de cordeiros $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês[¶]

	$a (\pm EP)$	$b (\pm EP)$	r^2	DP^\ddagger	n	Eq. [‡]
Bagaço de cana	$-0,2972 (\pm 0,036)$	$0,3263 (\pm 0,019)$	0,92	0,049	32	40
Feno de coastcross	$-0,2783 (\pm 0,024)$	$0,3184 (\pm 0,012)$	0,96	0,037	33	41
Geral	$-0,2873 (\pm 0,020)$	$0,3221 (\pm 0,011)$	0,94	0,042	65	42

[¶]Modelo: Retenção de N = $a + b \times$ consumo de N. Os parâmetros estimados "a" e "b" não diferem entre as dietas avaliadas ($P = 0,72$); EP = erro padrão.

[†]desvio padrão.

[‡]número seqüencial da equação.

Com base na Eq. (42), a excreção endógena diária de nitrogênio foi equivalente a $287,3 \pm 20,4 \text{ mg/kg}^{0,75}$ PV, o que corresponde a uma exigência líquida de proteína para manutenção de $1,79 \pm 0,13 \text{ g/kg}^{0,75}$ PV.

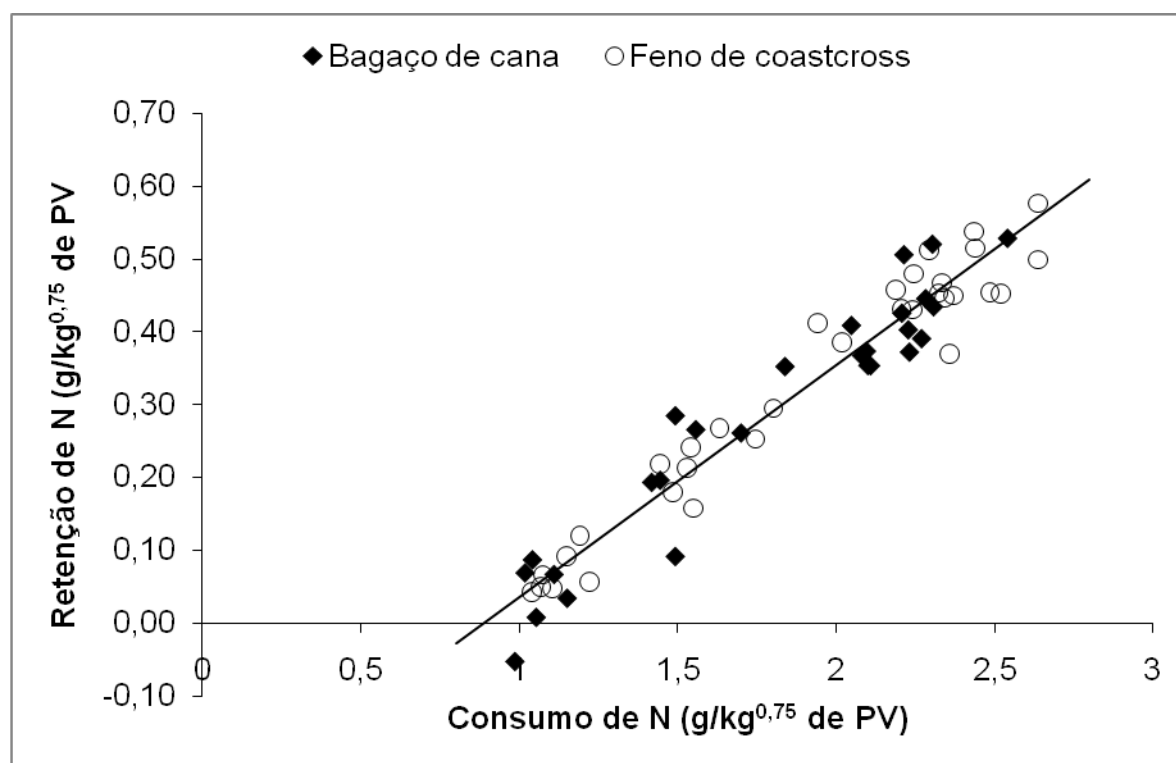


Figura 4 – Relação entre a retenção diária ($\text{g/kg}^{0,75}$ PV) e o consumo ($\text{g/kg}^{0,75}$ de PV) de nitrogênio em ovinos alimentados com dietas compostas por volumosos com valor nutritivo distinto. Retenção de N = $-0,2873 (\pm 0,020) + 0,3221 (\pm 0,011) \times$ consumo de N; $r^2 = 0,94$; DP = 0,042; n = 65.

A exigência de proteína metabolizável para manutenção (PM_m), obtida pela relação entre a retenção de N e o consumo de proteína metabolizável (Tabela 16) foi de 3,17 g/kg^{0,75} PV. A partir deste valor, infere-se que a proteína metabolizável consumida foi utilizada para manutenção com eficiência de 56% ($k_{pm} = 0,56$), independentemente da dieta fornecida aos animais.

Tabela 16 – Parâmetros das equações de regressão para estimativa da retenção de nitrogênio (g/kg^{0,75} PV) em função do consumo de proteína metabolizável (g/kg^{0,75} PV) de cordeiros ½ Dorper x ½ Santa Inês[¶]

	$a (\pm EP)$	$b (\pm EP)$	r^2	DP [†]	n	Eq. [‡]
Bagaço de cana	-0,2902 ($\pm 0,030$)	0,0900 ($\pm 0,0053$)	0,92	0,047	32	43
Feno de <i>coastcross</i>	-0,2783 ($\pm 0,024$)	0,0894 ($\pm 0,0034$)	0,95	0,036	33	44
Geral	-0,2851 ($\pm 0,019$)	0,0899 ($\pm 0,0029$)	0,93	0,041	65	45

[¶]Modelo: Retenção de N = $a + b \times$ consumo de proteína metabolizável. Os parâmetros estimados "a" e "b" não diferem entre as dietas avaliadas ($P = 0,91$); EP = erro padrão.

[†]desvio padrão.

[‡]número seqüencial da equação.

3.8.2 Energia

Para estimativa da exigência líquida de energia para manutenção (EL_m) o logaritmo da produção de calor (PC, kcal/kg^{0,75} PV) foi relacionado ao consumo de EM (kcal/kg^{0,75} PV), segundo Lofgreen e Garret (1968). Com base neste modelo (Modelo I; Tabela 17), os parâmetros das equações geradas para estimativa da EL_m não diferiram entre as dietas testadas ($P = 0,84$) e, desta forma, foi gerada apenas uma equação com a totalidade dos animais (Eq. (48)). Extrapolando a equação ao nível zero de consumo de EM, o anti-logaritmo do valor que intercepta o eixo y é igual a 71,6 kcal/kg^{0,75} PV, e representa a exigência líquida de energia para manutenção. Este valor é 1,75% inferior ao valor de EL_m estimado pela relação não-linear entre a PC e o consumo de EM (Eq. (49); Modelo II; Tabela 17).

Tabela 17 – Parâmetros das equações de regressão para estimativa da produção de calor (PC, kcal/kg^{0,75} PV) em função do consumo de energia metabolizável (CEM, kcal/kg^{0,75} PV) de cordeiros ½ Dorper × ½ Santa Inês[†]

	<i>a</i> (± EP)	<i>b</i> (± EP)	n	r ²	DP	Eq. [‡]
<i>Modelo I</i>						
Bagaço de cana	1,8457 (± 0,012)	0,00176 (± 0,000055)	33	0,97	0,017	46
Feno de <i>coastcross</i>	1,8645 (± 0,011)	0,00174 (± 0,000048)	33	0,98	0,016	47
Geral	1,8549 (± 0,0085)	0,00175 (± 0,000038)	66	0,97	0,018	48
<i>Modelo II</i>						
Geral	72,8737 (± 1,66)	0,00395 (± 0,000093)	66	0,97	6,28	49

[†]Modelo I: $\text{Log}_{10} PC = a + b \times CEM$. Os parâmetros estimados "a" e "b" não diferem entre as dietas avaliadas ($P = 0,84$). Modelo II: $PC = a \times e^{[b \times CEM]}$; EP = erro padrão.

[†]desvio padrão.

[‡]número seqüencial da equação.

Embora ambas as equações (Eq. (48) e (49)) apresentem o mesmo grau de precisão na estimativa da PC ($r^2 = 0,97$), a equação gerada pelo Modelo II foi ligeiramente mais acurada (RMSEP = 6,85 e 6,61 kcal/kg^{0,75} PV, respectivamente, para os Modelos I e II). Dessa forma, assumiu-se o valor de 72,9 kcal/kg^{0,75} PV como a EL_m de cordeiros ½ Dorper × ½ Santa Inês em crescimento (Figura 5).

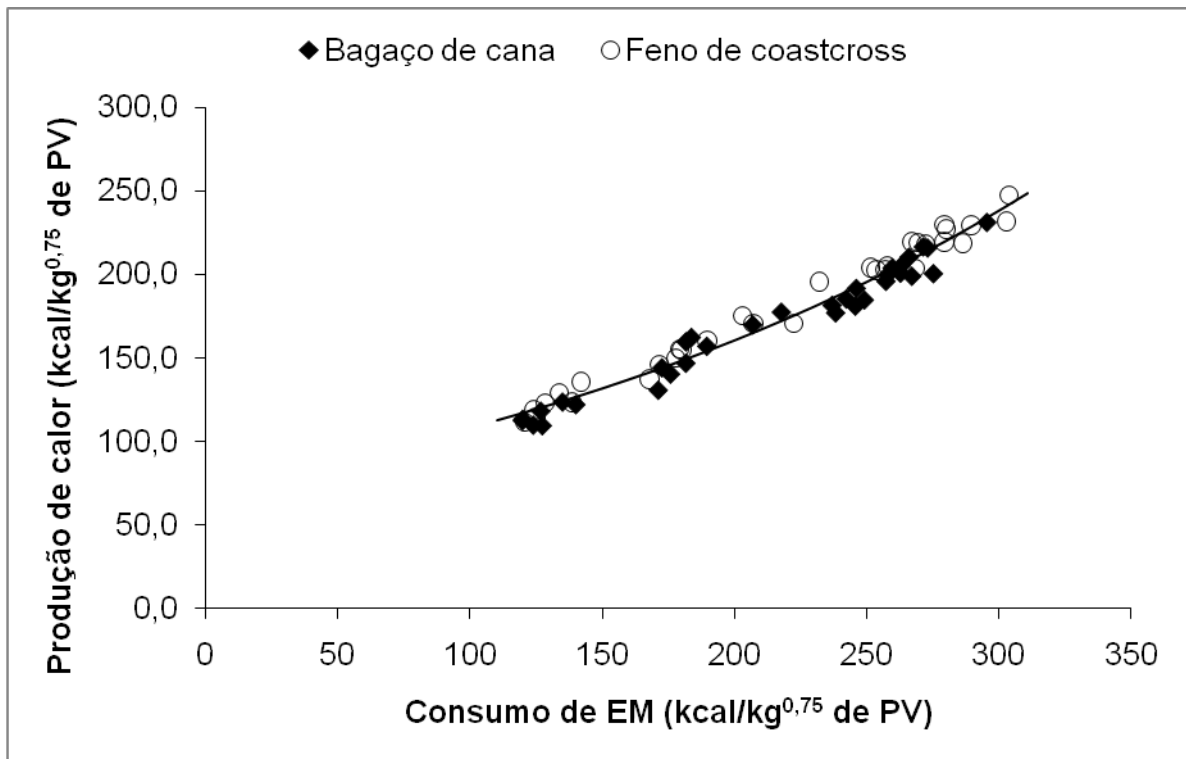


Figura 5 – Relação entre a produção de calor (PC, kcal/kg^{0,75} PV) e o consumo de energia metabolizável (CEM, kcal/kg^{0,75} PV) em ovinos alimentados com dietas compostas por volumes com valor nutritivo distinto. $PC = 72,87 (\pm 1,61) \times e^{[0,00395 (\pm 0,000093) \times CEM]}$; $r^2 = 0,97$; DP = 6,28; n = 66.

A exigência de energia metabolizável para manutenção (EM_m), foi representada pelo ponto de equilíbrio entre a produção de calor e o consumo de energia metabolizável (Eq. (49)), e correspondeu a 114,6 kcal/kg^{0,75} PV. Um valor bastante próximo a este (112,4 kcal/kg^{0,75} PV) foi obtido pela relação entre o consumo de EM e o GMD dos animais (Figura 6). Este último, contudo, está sujeito às variações da proporção de conteúdo gastrointestinal, além de considerar constante a composição corporal dos animais (NRC, 2007). Assim, com base no valor de 114,6 kcal/kg^{0,75} PV, a eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção (k_m) foi igual a 0,64, independentemente da dieta ofertada aos animais.

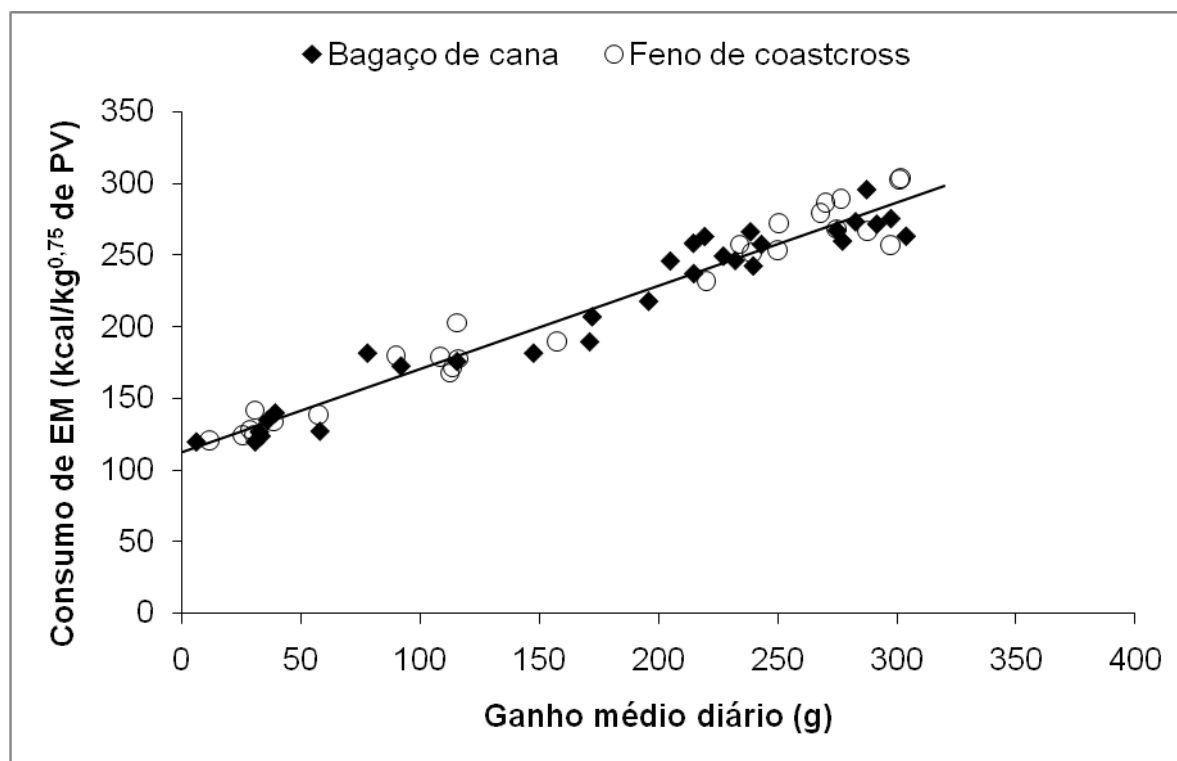


Figura 6 – Relação entre o consumo de energia metabolizável (CEM, kcal/kg^{0,75} PV) e o ganho de peso médio diário (g) em ovinos alimentados com dietas compostas por volumosos de qualidade distinta. CEM = 112,4167 (± 3,35) + 0,5823 (± 0,17) × GMD; $r^2 = 0,96$; DP = 12,72; n = 63.

3.9 Exigências para ganho de peso

3.9.1 Proteína

As exigências líquidas de proteína para ganho foram calculadas com base na equação (36). Para isso, o PCV foi estimado em função do peso vivo (PV, kg). O teste de identidade de modelos não indicou diferenças ($P > 0,05$) nas equações obtidas para os animais alimentados com as diferentes dietas e, desta forma, foi obtida apenas uma equação para os dois grupos de animais (Eq. (50); $r^2 = 0,99$; DP = 0,58; n = 54; $P < 0,001$):

$$\text{PCV, kg} = -0,5296 (\pm 0,24) + 0,8611 (\pm 0,074) \times \text{PV, kg} \quad (50)$$

Observou-se variação média de 11% das exigências protéicas para ganho de peso no intervalo de peso estudado (43,2 e 38,7 g/dia, respectivamente, para cordeiros de 15 e 45 kg de PV, e GMD de 300 gramas), de forma semelhante ao que foi observado para a composição corporal dos animais (Tabela 18).

Tabela 18 – Exigências líquidas de proteína (g/dia) para ganho de peso de cordeiros ½ Dorper x ½ Santa Inês em crescimento[¶]

PV (kg)	Ganho médio diário (g)				
	100	150	200	250	300
15	14,4	21,6	28,8	36,0	43,2
20	14,0	21,0	28,0	35,0	42,0
25	13,7	20,5	27,4	34,2	41,0
30	13,4	20,1	26,9	33,6	40,3
35	13,2	19,8	26,4	33,1	39,7
40	13,0	19,6	26,1	32,6	39,1
45	12,9	19,3	25,8	32,2	38,7

[¶]Valores calculados com base nas equações (36) e (50); PV – peso vivo.

A eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho de peso (k_{pg}), estimada através da relação obtida entre a retenção corporal de proteína (RP, g/ kg^{0,75} PV) e o consumo de proteína metabolizável acima das necessidades de manutenção (CPM_g, g/ kg^{0,75} PV), não foi afetada pela dieta fornecida aos animais (P = 0,92), sendo igual a 0,56 (Tabela 19). Este valor foi utilizado nas estimativas das exigências de proteína metabolizável dos animais, conforme apresentado na Tabela 20.

Tabela 19 – Parâmetros das equações de regressão para estimativa da retenção de proteína (g/kg^{0,75} PV) em função do consumo de proteína metabolizável (g/kg^{0,75} PV) de cordeiros ½ Dorper x ½ Santa Inês[¶]

	<i>b</i> (± EP)	r ²	DP [†]	n	Eq. [‡]
Bagaço de cana	0,5550 (± 0,016)	0,98	0,28	31	51
Feno de <i>coastcross</i>	0,5654 (± 0,0099)	0,99	0,22	33	52
Geral	0,5613 (± 0,0087)	0,99	0,25	64	53

[¶]Modelo: $RP = b \times CPM_g$. Os interceptos das equações não diferiram de zero (P>0,05) e foram retirados do modelo. O parâmetro estimado “*b*” não diferiu entre as dietas avaliadas (P = 0,92); EP = erro padrão.

[†]desvio padrão.

[‡]número seqüencial da equação.

Tabela 20 – Exigências de proteína metabolizável (g/dia) para ganho de peso de cordeiros ½ Dorper x ½ Santa Inês em crescimento[¶]

PV (kg)	Ganho médio diário (g)				
	100	150	200	250	300
15	25,8	38,6	51,5	64,4	77,2
20	25,0	37,5	50,0	62,5	75,0
25	24,4	36,7	48,9	61,1	73,3
30	24,0	36,0	48,0	60,0	71,9
35	23,6	35,4	47,2	59,0	70,8
40	23,3	34,9	46,6	58,2	69,9
45	23,0	34,5	46,0	57,5	69,1

[¶]Valores calculados com base naqueles apresentados na Tabela 18; PV – peso vivo. $k_{pg} = 0,56$.

3.9.2 Energia

A exigência líquida de energia para ganho de peso (EL_g), estimada com base na composição corporal dos animais (Eq. (39) e (50)), elevou-se com o incremento do PV e da taxa de ganho (Tabela 21), seguindo o padrão de deposição de gordura corporal apresentado previamente.

Tabela 21 – Exigência líquida de energia (kcal/dia) para ganho de peso de cordeiros ½ Dorper x ½ Santa Inês em crescimento[¶]

PV (kg)	GMD (kg)				
	100	150	200	250	300
15	224	337	449	562	674
20	250	375	500	625	750
25	271	407	542	678	814
30	290	435	580	725	870
35	307	460	614	767	921
40	322	483	644	805	967
45	336	504	672	841	1009

[¶]Valores calculados com base nas equações (39) e (50); PV – peso vivo.

Por sua vez, a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho (k_g) foi estimada pela relação entre a retenção energética (RE) e o consumo de EM. O teste de identidade de modelos indicou diferença ($P = 0,029$) entre os parâmetros das equações geradas para os animais alimentados com as diferentes dietas, de forma que os valores de k_g estimados (Modelo I; Tabela 22) foram iguais a 0,36 e 0,32, respectivamente, para os animais recebendo as dietas compostas por bagaço de cana e feno de *coastcross*.

Tabela 22 – Parâmetros das equações de regressão para estimativa da retenção energética (RE, kcal/kg^{0,75} PV) em função do consumo de energia metabolizável (CEM, kcal/kg^{0,75} PV) de cordeiros ½ Dorper × ½ Santa Inês dos 15 aos 45 kg de peso vivo[†]

	$a (\pm EP)$	$b (\pm EP)$	n	r^2	DP	Eq.
<i>Modelo I</i>						
Bagaço de cana	-34,6092 ($\pm 4,17$)	0,3617 ($\pm 0,019$)	33	0,93	5,93	54
Feno de <i>coastcross</i>	-32,8650 ($\pm 3,43$)	0,3229 ($\pm 0,015$)	33	0,94	5,16	55
<i>Modelo II</i>						
Bagaço de cana	-	0,4145 ($\pm 0,011$)	33	0,98	6,76	56
Feno de <i>coastcross</i>	-	0,3527 ($\pm 0,0085$)	33	0,98	5,52	57

[†]Modelo I: $RE = a + b \times CEM$.

Modelo II: $RE = b \times CEM_g$; em que CEM_g é o consumo de EM acima da manutenção. EP = erro padrão.

[†]desvio padrão.

A eficiência de utilização da EM para ganho foi, contudo, estimada também com base nas eficiências de uso da energia para retenção de proteína (k_p) e gordura (k_f), conforme proposto por Williams e Jenkins (2003). Para isso, os valores de k_p e k_f foram estimados, segundo a equação a seguir (Eq. (58); $r^2 = 0,93$; DP = 14,13; n = 65; $P < 0,001$):

$$CEM_g, \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PV} = [5,1965 (\pm 0,70) \times RE_p, \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PV}] + [b_2 \times RE_f, \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PV}] \quad (58)$$

em que, CEM_g é o consumo de energia metabolizável acima da manutenção, RE_p é a retenção diária de energia na forma de proteína e RE_f é a retenção diária energia na forma de gordura. Não houve efeito da dieta sobre o valor do parâmetro b_1 ($P = 0,13$).

Por sua vez, o valor do parâmetro estimado b_2 diferiu entre as dietas testadas ($P < 0,001$), sendo $1,3671 (\pm 0,26)$ para os animais alimentados com a dieta contendo bagaço de cana e $1,7223 (\pm 0,30)$ para os animais alimentados com a dieta contendo feno de *coastcross*. Os inversos b_1 e b_2 representam, respectivamente, as eficiências de uso da energia para retenção de proteína e gordura (OLD; GARRETT, 1985).

Com base nos parâmetros estimados, o valor de k_p foi igual a 0,19 e o de k_f igual a 0,73 para os animais alimentados com a dieta contendo bagaço de cana e 0,58 para os animais alimentados com a dieta contendo feno de *coastcross*. Estes valores, aplicados à premissa de que $RE/k_g = RE_p/k_p + RE_f/k_f$ (WILLIAMS; JENKINS, 2003), resultam em valores médios de k_g iguais a 0,42 e 0,36, respectivamente, para os animais alimentados com bagaço e feno. Estes valores são muito próximos daqueles obtidos pela relação entre a RE (kcal/kg^{0,75} PV) e o consumo de EM acima da manutenção (CEM_g , kcal/kg^{0,75} PV), considerando nula a retenção energética quando $CEM_g = 0$ (intercepto = 0; Modelo II; Tabela 22). Os valores de k_g estimados por este último modelo foram, portanto, adotados para estimativa das exigências de EM para ganho (Tabela 23).

Tabela 23 – Exigências de energia metabolizável (kcal/dia) para ganho de peso de cordeiros ½ Dorper x ½ Santa Inês em crescimento[¶]

PV (kg)	Ganho médio diário (g)				
	100	150	200	250	300
<i>Bagaço de cana in natura (k_g = 0,41)</i>					
15	547	821	1095	1370	1645
20	609	913	1219	1524	1829
25	661	992	1323	1654	1986
30	707	1060	1414	1769	2123
35	748	1122	1496	1871	2246
40	785	1178	1571	1964	2358
45	820	1230	1640	2050	2461
<i>Feno de coastcross (k_g = 0,35)</i>					
15	641	962	1283	1605	1927
20	713	1070	1427	1785	2143
25	774	1162	1550	1938	2326
30	828	1242	1657	2072	2487
35	876	1314	1753	2192	2631
40	920	1380	1840	2301	2762
45	960	1441	1921	2402	2883

[¶]Valores calculados com base naqueles apresentados na Tabela 21; PV – peso vivo.

4 DISCUSSÃO

4.1 Consumo, comportamento ingestivo e digestibilidade das dietas

O consumo de alimento tem sido relacionado a fatores inerentes ao animal, à dieta e ao ambiente, os quais atuam interativamente e estabelecem a máxima capacidade de ingestão (MERTENS, 1994; POPPI; GILL; FRANCE, 1994). Nesse sentido, conceitualmente, o animal tende a consumir determinado alimento até que suas demandas nutricionais sejam atendidas, desde que fatores limitantes não atuem de forma contrária (FORBES, 2005). Para os animais ruminantes, estes fatores muitas vezes estão associados à densidade energética da dieta, que apresenta relação não-linear com o consumo (MERTENS, 1994). Assim, observa-se que dietas com baixa densidade energética acarretam em limitação física do consumo por efeito de enchimento ruminal, sobretudo relacionado à menor taxa de degradação da fração FDN (SAUVANT; MERTENS, 2007). Por outro lado, quando dietas com alta concentração de energia são ofertadas aos animais o consumo é interrompido por uma gama de mecanismos metabólicos, mediante sinalização química (FORBES, 2005).

O CSIRO (1990) e o NRC (2007) estimam o consumo voluntário potencial como função do peso corporal, estimado segundo um padrão de crescimento conhecido, e do peso à maturidade, corrigindo o valor obtido de acordo com a digestibilidade da dieta. Tolkamp et al. (2006) demonstraram, contudo, que o consumo potencial em um determinado peso, é reduzido com o aumento do grau de deposição de gordura corporal, o que parece estar relacionado, dentre outros fatores, com a eficiência de utilização da energia metabolizável (TOLKAMP, 2010). Em tese, uma maior eficiência de uso da EM resulta em suprimento da demanda nutricional do animal em níveis de consumo mais baixos, e parece favorecer a retenção de gordura corporal. A deposição de gordura estimula a produção de leptina pelo tecido adiposo, a qual possui efeitos marcantes sobre uma série de processos metabólicos e resulta em decréscimo do consumo (HOUSEKNECHT et al., 1998). Este fato é suportado pelos dados do presente estudo e explica, parcialmente, o menor consumo de alimento pelos animais submetidos à dieta contendo bagaço de cana.

É errônea, todavia, a suposição de que o consumo é controlado por fatores isolados (FORBES, 2005). Nesse sentido, quando dietas ricas em concentrado são ofertadas aos animais, a grande disponibilidade ruminal de substratos com taxas elevadas de fermentação acarreta em maior acúmulo de ácidos no fluido ruminal, sobretudo logo após as refeições. Assim, a queda mais acentuada do pH e o provável aumento da osmolaridade do fluido podem ter contribuído para redução da ingestão de alimento pelos animais consumindo a dieta contendo bagaço de cana (FORBES, 2005). Todavia, nessas condições, estes animais foram hábeis em alterar seu padrão de ingestão, sobretudo no tocante ao tamanho e número de refeições, de forma a favorecer a manutenção do pH do fluido ruminal (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2003; GONZÁLEZ et al., 2008). Além disso, nossos resultados sugerem que a redução do tamanho das refeições pode ter favorecido a seleção de frações mais digestíveis da ração, o que possibilitou ingestão energética compatível com a demanda animal, e ingestão protéica semelhante à observada para os animais consumindo a dieta com feno de *coastcross*. A rejeição de partículas mais grosseiras do bagaço de cana, contudo, não prejudicou a atividade de mastigação dos animais, uma vez que esta, expressa em min/g de MS ingerida, foi semelhante para os animais alimentados com as diferentes dietas.

Para os cordeiros alimentados com a dieta contendo feno, o elevado grau de rejeição de partículas grandes sugere, da mesma forma, que os animais selecionaram frações mais digestíveis da ração, de forma a atender suas demandas nutricionais. Possivelmente a ingestão da ração completa resultaria em limitação física do consumo, devido à maior ingestão de FDN (SAUVANT; MERTENS, 2007). Esta hipótese é compatível com os resultados obtidos nos estudos de Macias-Cruz et al. (2010), que reportaram consumos de MS e FDN iguais a 94,1 e 33,9 g/kg^{0,75} PV, respectivamente, para cordeiros Dorper × Pelibuey consumindo dieta contendo 40% de feno de capim buffel, e aumento do consumo de MS na medida em que o teor de fibra da dieta foi reduzido. Contudo, mesmo com elevada intensidade de segregação e seleção da ração, o teor de FDN consumido pelos animais alimentados com feno foi 16% superior ao daqueles alimentados com a dieta contendo bagaço de cana, o que resultou em maior concentração de acetato no fluido ruminal e variação menos acentuada do pH

deste ao longo do dia. Como consequência, não houve grande alteração do padrão comportamental dos animais, que realizaram em média 12 refeições diárias, semelhante ao observado por Galvani et al. (2010a).

A seletividade da ração pode, ainda, suportar parcialmente os resultados obtidos no ensaio de digestibilidade. Embora tenha sido mais intensa para os animais alimentados com a dieta contendo feno de *coastcross*, as partículas recusadas por aqueles recebendo a dieta com bagaço de cana apresentavam elevado teor de FDN (86,6%), o que resultou, de fato, em ingestão de ração com maior digestibilidade. Todavia, há de se considerar que a maior proporção de concentrado da dieta contendo bagaço de cana possivelmente é o principal fator associado a estes resultados, uma vez que a degradabilidade *in vitro* da MS e MO também foram maiores para esta dieta. Além disso, quando mantidos sob restrição alimentar, os animais consumiram quase a totalidade (cordeiros sob restrição equivalente a 70% do consumo *ad libitum*) ou a totalidade (cordeiros sob restrição equivalente a 50% do consumo *ad libitum*) da ração ofertada e, ainda assim, a digestibilidade foi mais elevada para a dieta contendo bagaço de cana. Nessas condições, a ingestão de partículas grandes do alimento, com elevado teor de FDN e, portanto, elevada efetividade física (MERTENS, 1997), resultou em incremento do tempo de ruminação dos animais, quando expresso em min/g MS e FDN ingerida. A elevação do tempo de ruminação (em min/g MS ingerida) na medida em que o consumo é restringido explica, parcialmente, o concomitante aumento da digestibilidade da dieta (GALVANI et al., 2010a), uma vez que a redução do tamanho das partículas do alimento resulta em maior área de exposição deste à microbiota ruminal (JUNG et al., 2000). Todavia, a existência de correlação negativa entre o consumo e a digestibilidade do alimento tem sido classicamente justificada pelo maior tempo de retenção do alimento no trato digestivo, quando o nível de consumo é restringido (DOREAU et al., 2003; FAICHNEY, 2005).

A redução do consumo e, portanto, da disponibilidade de substrato para fermentação acarretou, ainda, em menor produção de AGCC no rúmen, corroborando os resultados de Atti et al. (2002), sendo a proporção de acetato incrementada em detrimento da proporção de propionato. Além disso, a ingestão de partículas grosseiras com elevado teor de carboidratos fibrosos, observada sob condições de restrição

alimentar, também pode ter contribuído para alteração do padrão fermentativo. Como consequência, a produção gases decorrentes do processo de fermentação ruminal, proporcionalmente à quantidade de energia ingerida, foi maior na medida em que o consumo foi restringido, o que resultou em decréscimo da relação ED:EM da dieta (VERMOREL; BICKEL, 1980). Assim, embora a restrição do consumo tenha resultado em aumento da concentração de energia digestível de ambas as dietas, o mesmo não foi observado para as concentrações de energia metabolizável que foram, em média, iguais a 3,18 e 2,93, respectivamente, para as dietas contendo bagaço de cana e feno de *coastcross*. Os valores observados em nosso estudo para a relação ED:EM encontram-se dentro da amplitude reportada por Vermorel e Bickel (1980; *i.e.* de 0,82 a 0,93), contudo são maiores que o valor sugerido pelo NRC (2000, 2001, 2007), que foi de 0,82. Maiores valores de ED:EM para ruminantes em crescimento têm sido associados a menores perdas energéticas sob a forma de gases e, sobretudo, N urinário (VERMOREL; BICKEL, 1980). Desta forma, a adoção de valores constantes obtidos com animais adultos, para conversão da ED em EM, pode levar à superestimativa da eficiência de uso da energia metabolizável.

4.2 Composição corporal e do ganho de peso

As curvas de deposição de proteína e energia corporal, base para os estudos de exigências nutricionais, tem sido estabelecidas a partir de ensaios de abate comparativo, onde a composição corporal dos animais é determinada em diferentes intervalos de peso (ARC, 1980). Nestes ensaios, um grupo de animais é abatido logo ao início do período experimental, sendo tomados como referência para comparação do efeito de tratamentos diversos sobre a variação da composição corporal. Classicamente, entre três e oito animais têm composto o grupo referência em estudos com ovinos (CARVALHO et al., 2000; SILVA et al., 2003; GALVANI et al., 2008), caprinos (SOUSA et al., 1998; FERNANDES et al., 2007; ALVES et al., 2008) e bovinos (TEDESCHI et al., 2002; PAULINO et al., 2004; PUTRINO et al., 2006). Em nosso estudo, 14 animais foram utilizados como referência no ensaio de abate comparativo, sendo observadas diferenças na composição corporal dos animais submetidos às

diferentes dietas, após 10 dias de adaptação às condições experimentais. Embora o consumo de alimento não tenha sido adequadamente mensurado neste período, é possível que este tenha sido maior para os animais alimentados com a dieta contendo feno de *coastcross*, o que se refletiu em taxa ganho de peso 52% superior para estes animais (172 vs. 113 g/dia; $P = 0,015$) e em maior conteúdo de gordura e energia corporais ao final do período de adaptação. Estes resultados demonstram que a adoção de apenas um grupo de animais referência, comum a diferentes tratamentos alimentares, pode não ser adequado em ensaios de abate comparativo com animais em crescimento, uma vez que a dieta fornecida imediatamente após o desmame pode interferir nas taxas de retenção de tecidos no organismo.

Na medida em que os animais cresceram, os resultados observados para os animais referência inverteram-se, e aqueles alimentados com a dieta contendo bagaço de cana apresentaram maiores concentrações de gordura e energia corporais, sobretudo em função de uma maior retenção de gordura visceral. Como a retenção de gordura visceral é tardia em relação à retenção na carcaça (KEMPSTER, 1981; GALVANI et al., 2010b), este fato poderia indicar a extrapolação de um hipotético limite máximo de deposição de gordura na carcaça. No entanto, as mesmas respostas foram também observadas para os animais submetidos à restrição alimentar, cujo acúmulo de gordura na carcaça foi inferior ao daqueles alimentados *ad libitum*. Em um experimento com ovinos canulados no rúmen e no abomaso, Rust (1983, apud OWENS; ZINN; KIM (1986) observou que a infusão de glicose no abomaso resultou em maior retenção de gordura visceral, em comparação com animais infundidos com glicose no rúmen. Este resultado é compatível com as observações de Reynolds (2002), que ao compilarem uma série de estudos com animais multicateterizados concluiu que um incremento da absorção de glicose no intestino delgado é acompanhado por um acréscimo significativo do uso de glicose pelos órgãos drenados pela veia porta (ODVP; trato gastrointestinal, pâncreas, baço e tecidos adiposos associados). Nestas condições, o uso preferencial de glicose pode reduzir a oxidação de acetato pelos ODVP, ficando este, disponível para síntese e retenção de gordura (HUNTINGTON; HARMON; RICHARDS, 2006). Assim, nossos resultados sugerem que maior quantidade de carboidratos não-estruturais alcançou o intestino delgado dos animais alimentados com

a dieta contendo bagaço de cana *in natura*, elevando a absorção de glicose nesse órgão e o acúmulo de gordura visceral. Perez et al. (1996) observaram 18,4% de redução na proporção de MO fermentada no rúmen e 87,5% de aumento do fluxo duodenal de MO na medida em que a quantidade de concentrado fornecida a ovinos foi incrementada de zero para 400 g/dia.

Embora a quantidade de gordura e energia no ganho tenha sido superior para os animais alimentados com a dieta composta por bagaço de cana, quando a composição corporal foi relacionada à variação do peso corporal as curvas de retenção destes componentes não variaram entre os animais submetidos às diferentes dietas, obtendo-se curvas de crescimento comuns. Com base nestas, a concentração corporal de proteína diminuiu com o incremento do PCV (de 186 g/kg de PCV aos 12 kg de PCV a 166 g/kg de PCV aos 38 kg de PCV), o que está de acordo com o padrão descrito pelo ARC (1980). Contudo, os valores obtidos em nosso estudo são, em média, 6,8% superiores aos estimados pela equação proposta por aquele Comitê (Log_{10} Proteína, kg = $-0,6451 + 0,8955 \times \log_{10}$ PCV, kg). Possivelmente, a presença de pêlos no couro dos animais do nosso estudo responda por esta diferença, uma vez que as equações propostas pelo ARC (1980) foram baseadas no PCV livre de lã. Comparados aos resultados obtidos com animais da raça Santa Inês puros (SILVA et al., 2007), nossos resultados indicam um incremento de 28% na concentração de proteína corporal por consequência do cruzamento com a raça Dorper. A concentração protéica no corpo de animais $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês é, ainda, aproximadamente 12% superior àquela de animais Texel \times Ile de France (GALVANI et al., 2009).

A concentração de gordura corporal foi, em média, 11,1% superior àquela estimada pela equação proposta pelo ARC (1980; Log_{10} Gordura, kg = $-2,239 + 1,987 \times \log_{10}$ PCV, kg). Entretanto, esta equação considera uma taxa de deposição de gordura mais elevada, de forma que a concentração de gordura corporal estimada pelo ARC (1980) se iguala ao valor observado em nosso estudo quando os animais possuem cerca de 36 kg de PCV, o que equivale a um PV de 42,8 kg. A deposição de gordura está relacionada à maturidade corporal, sendo a relação desta com o peso corporal variável de acordo com a raça (CSIRO, 1990). Assim, raças de mesmo peso à maturidade podem apresentar diferentes padrões de crescimento e deposição de

tecidos. Nesse sentido, salienta-se que as equações propostas pelo ARC (1980) foram baseadas em dados de animais de diferentes grupos raciais, tratando de forma isolada apenas os animais da raça Merino. Galvani et al. (2008), trabalharam com cordeiros mestiços Texel x Ile de France, também observaram taxa de retenção de gordura inferior àquela preconizada pelo ARC (1980). A concentração de gordura corporal observada por aqueles autores foi bastante inferior aos valores observados neste estudo, com a magnitude desta diferença variando entre 34 e 42% na medida em que o peso corporal foi elevado. Estes resultados sugerem que animais ½ Dorper x ½ Santa Inês possuem maturidade intermediária entre animais da raça Texel, extremamente tardia, e os animais das raças sumarizadas pelo ARC (1980), de maturidade mais precoce.

4.3 Exigências de manutenção

4.3.1 Proteína

A exigência líquida de proteína para manutenção tem sido descrita como a quantidade mínima de aminoácidos necessária para contrabalancear as perdas endógenas de nitrogênio pelo organismo animal. Baseado nessa premissa, Mitchell (1929) propôs um método fatorial para estimativa das exigências protéicas de manutenção, representadas pelo somatório das perdas endógenas fecais (PEF) e urinárias (PEU), além daquelas decorrentes da descamação da epiderme e do nitrogênio retido nos pêlos e na lã. Para a espécie ovina, este último fator é particularmente importante, uma vez que o crescimento da lã é contínuo mesmo sob condições severas de restrição alimentar (CSIRO, 2007). No entanto, o ARC (1980) sugeriu que a retenção de N na lã em animais jovens é proporcional à taxa de retenção nos demais tecidos corporais e, portanto, deveria ser considerada separadamente. Esse Comitê (ARC, 1984) propôs, então, o conceito de nitrogênio endógeno total, correspondente as perdas endógenas fecais, urinárias e decorrentes da descamação da epiderme, e cujo valor foi fixado em $350 \text{ mg/kg}^{0,75} \text{ PV}$ ($PL_m = 2,2 \text{ g/kg}^{0,75} \text{ PV}$). As mesmas pressuposições foram posteriormente adotadas pelo AFRC (1992, 1993), porém o valor de $350 \text{ mg/kg}^{0,75} \text{ PV}$ foi descrito como perda endógena basal. A exigência

líquida de proteína para manutenção obtida em nosso estudo foi 19% inferior ao valor proposto por aqueles Comitês, possivelmente em função do fato destes últimos terem realizado estimativas a partir de animais nutridos por infusão intra-gástrica, o que pode superestimar o valor de PL_m (CSIRO, 2007).

O NRC (1985), com base nos conceitos de Mitchell (1929), propôs a estimativa de cada componente da PL_m de forma isolada. Para isso, a excreção de proteína endógena urinária foi computada conforme o ARC (1980; $PEU, g/dia = 3,375 + 0,147 \times PV, kg$), enquanto a perda endógena fecal foi estimada em função do consumo de matéria seca ($PEF, g/dia = 33,4 \times CMS, kg$). O CSIRO (1990, 2007) adotou o mesmo princípio, mas considerou que PEF em ovinos é equivalente a 15,2 g/kg de MS consumida. Aplicando estas equações às condições do presente estudo, a exigência líquida de proteína para manutenção dos animais corresponderia a 19,3 g/dia; bastante semelhante ao valor médio observado, que foi de 19,6 g/dia ($1,79 g/kg^{0,75} PV$), considerando a totalidade dos animais. No entanto, como o CSIRO (2007) assume que a excreção de N endógeno fecal é nula quando $CMS = 0$, a PL_m é superestimada para aqueles alimentados *ad libitum* (15,2%) e subestimada para os animais mantidos sob restrição alimentar (17,3%). Ainda, em uma situação hipotética de um animal mantido em jejum, a estimativa de PL_m feita pelo CSIRO (2007) é bastante inferior ao valor basal estimado em nosso estudo ($\approx 60-70\%$). Esta redução drástica das exigências protéicas de manutenção, associada à redução da excreção de PEF, é incompatível com a manutenção da taxa de renovação protéica celular do epitélio intestinal (ATTAIX; RÉMOND; SAVARY-AUZÉLOUX, 2005) observada quando a ingestão de alimento é interrompida. Além disso, Giráldez et al. (1997), trabalhando com ovinos da raça Merino, embora tenha observado correlação positiva entre o consumo de MO digestível e a excreção de N endógeno fecal, relatou um valor basal mínimo de PEF equivalente a 123 mg de N/kg^{0,75} PV. Estes autores, adicionalmente, observaram correlação negativa entre o consumo de MO e a perda endógena urinária, o que compensa a variação da PEF e mantém constante a perda endógena basal, expressa em função do peso metabólico, independentemente da dieta fornecida aos animais, o que está de acordo com nossos resultados. Dessa forma, pode-se inferir que o método adotado pelo CSIRO (2007) não é suficientemente acurado para estimativa das exigências líquidas

de proteína de manutenção de ovinos ½ Dorper x ½ Santa Inês. O NRC (2007) adotou o mesmo sistema de equações proposto pelo CSIRO (1990) para estimativa da PL_m e assumiu, ainda, que as perdas dérmicas de proteína de ovinos deslanados são compatíveis àquelas observadas em bovinos (NRC, 1984): $PDP, g/dia = 0,2 \times PV, kg^{0,6}$). Assim, para animais mantidos em condições de produção (consumo *ad libitum*) há uma superestimativa ainda mais acentuada das exigências protéicas de manutenção, por parte do NRC (2007).

Giráldez et al. (1997), que estimaram separadamente a perda endógena fecal e urinária de fêmeas da raça Merino, obtiveram valor de perda endógena basal de N (PEF + PEU) equivalente a $333 mg/kg^{0,75} PV$; apenas 5% inferior ao valor preconizado pelo AFRC (1992, 1993). Este resultado é semelhante àqueles obtidos no Brasil por Silva et al. (2003) para animais Santa Inês ($324 mg/kg^{0,75} PV$) e Gonzaga Neto et al. (2005) para ovinos da raça Morada Nova ($332 mg/kg^{0,75} PV$). Por outro lado, valores inferiores têm sido encontrados para animais oriundos de cruzamento com raças especializadas para produção de carne. Nesse sentido, Silva et al. (2003) observaram perda endógena basal de $250 mg/kg^{0,75} PV$ para animais ½ Ile de France x ½ Ideal, enquanto Galvani et al. (2009) encontraram valor de $243 mg/kg^{0,75} PV$ para cordeiros 11/16 Texel x 5/16 Ile de France. Estas diferenças indicam que fatores como raça, idade, sexo e estágio fisiológico devem ser considerados para estimativa das exigências de proteína para manutenção. Além disso, a menor perda basal de N em animais de raças especializadas para produção de carne sugere que a reciclagem e retenção de N no organismo destes animais podem ser mais eficientes. Comparando nossos dados com aqueles obtidos por Silva et al. (2003) para animais Santa Inês, poder-se-ia inferir, então, que este processo foi significativamente melhorado pela introdução da raça Dorper.

Os atuais sistemas nutricionais para ruminantes têm expressado as exigências protéicas dos animais em termos de proteína metabolizável, que representa a quantidade de aminoácidos disponíveis para absorção lúmen do intestino delgado (AFRC, 1993; CSIRO, 2007; NRC, 2007), sendo utilizada com eficiência distinta para cada processo fisiológico. Os valores assumidos para eficiência de uso proteína metabolizável para manutenção (k_{pm}) são fixos em todos os sistemas nutricionais. No

entanto, a grande variabilidade existente entre os valores adotados (0,75 para o ARC (1980); 0,67 para o CSIRO (1990) e NRC (2007); 1,0 para o AFRC (1992, 1993) e 0,70 para o CSIRO (2007)) ilustra a incerteza acerca da real eficiência de uso dos aminoácidos absorvidos. O AFRC (1992, 1993), por exemplo, baseado no princípio de que as exigências protéicas de manutenção representam uma demanda obrigatória, assumiu que a proteína metabolizável absorvida é utilizada com máxima eficiência para reposição das perdas do organismo. Controversamente, como a proteína é utilizada pelos tecidos sob a forma de aminoácidos, uma máxima eficiência teórica apenas seria possível se o *pool* de aminoácidos absorvidos correspondesse exatamente às quantidades necessárias pelos diferentes tecidos (OLDHAM, 1987; CSIRO, 2007) o que, em tese, é bastante irreal. Usando metodologia semelhante à nossa, Galvani et al. (2009) estimaram valor de k_{pm} igual a 0,66, compatível com aquele adotado pelo NRC (2007), enquanto que no presente estudo o valor de k_{pm} obtido foi de 0,56. Ressalta-se, todavia, que o estabelecimento da correta eficiência de uso da proteína metabolizável esbarra na dificuldade em estimar-se, acuradamente, o consumo de proteína metabolizável, de forma que os valores adotados pelos distintos sistemas nutricionais representam estimativas aproximadas. Assim, não há como estabelecer sua validade do valor de k_{pm} encontrado neste estudo, sendo necessário o uso de cautela para sua interpretação e adoção.

4.3.2 Energia

A exigência líquida total de energia para manutenção tem sido computada pelos modernos sistemas nutricionais como a quantidade de energia demandada para suportar o metabolismo basal, acrescida de ajustes associados à idade, sexo, atividade voluntária e a fatores ambientais (CANNAS et al., 2004; NRC, 2007). Nestes últimos, encontram-se os gastos energéticos relacionados à termo-regulação, ao nível de consumo de EM e à síntese e excreção de uréia (CANNAS et al., 2004).

O metabolismo basal, de forma isolada, pode ser estabelecido indiretamente com uso de câmaras respirométricas, onde os animais são mantidos em condições termoneutras e alimentados em níveis próximos à manutenção. Por outro lado, em

experimentos usando metodologia de abate comparativo, a dificuldade de manutenção de condições termoneutras estáveis implica na estimativa de exigências líquidas de manutenção que, em tese, correspondem ao somatório do metabolismo basal e do gasto energético associado à termo-regulação. Todavia, incrementos da exigência líquida de manutenção em função de variações da temperatura ambiente são mais pronunciadas por estresse provocado pelo frio do que pelo calor (BLAXTER; CLAPPERTON; WAINMAN, 1966; DEGEN; YOUNG, 2002; CANNAS et al., 2004) e, nesse sentido, os animais em nosso estudo encontravam-se em condições de conforto térmico (NRC, 1981). Assim, considerando que todos os animais foram mantidos nas mesmas condições de ambiente e manejo, uma possível variação das exigências energéticas de manutenção estaria associada estritamente às diferentes dietas.

O nível de consumo está diretamente associado à variação das exigências líquidas de manutenção, o que está relacionado à alteração do tamanho (FERRELL; JENKINS, 1998; GALVANI et al., 2008) e da taxa metabólica (LINDSAY; REYNOLDS, 2005) de alguns órgãos, sobretudo o fígado e os componentes do trato gastrintestinal. Como estes processos estão mais relacionados ao consumo de EM do que de MS, em nosso estudo não foram observadas diferenças do tamanho relativo (% PCV) destes órgãos entre os animais alimentados com a dieta contendo bagaço de cana ou feno de *coastcross*. Por outro lado, a maior excreção de N urinário pelos animais recebendo esta última sugere uma maior síntese e excreção de uréia, o que resultaria em maior EL_m (CANNAS et al., 2004). No entanto, o custo energético da síntese de uréia não está conclusivamente definido. O gasto de 4 moléculas de ATP para cada molécula de uréia sintetizada, parece ser contrabalanceado, em parte, pela formação de uma molécula de fumarato no ciclo da uréia (KOZLOSKI, 2002; WRIGHT; MASS; MILLIGAN, 2005). Esta, por sua vez, libera um NADH no Ciclo de Krebs, o que pode resultar na síntese de 2,5 moléculas de ATP (NELSON; COX, 2008). A desaminação de aminoácidos, necessária para o fornecimento de intermediários do ciclo da uréia, todavia, pode também responder pelos gastos energéticos desta rota (KOZLOSKI, 2002; WRIGHT et al., 2005). De qualquer forma, a maior excreção de N pelos animais consumindo a dieta contendo feno de *coastcross* não parece ter sido suficiente para incrementar o gasto energético destes, e a exigência líquida de energia para manutenção

de animais $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês em crescimento foi estabelecida em 72,9 kcal/kg^{0,75} PV. Este valor é superior àqueles reportados pelos sistemas nutricionais estrangeiros (56 kcal/kg^{0,75} PV pelo NRC (1985); 62,2 kcal/kg^{0,75} PV pelo ARC (1980) e AFRC (1993); 62 kcal/kg^{0,75} PV pelo CSIRO (1990) e NRC (2007); e 66 kcal/kg^{0,75} PV pelo CSIRO (2007)) o que, possivelmente, está associado à diferenças inerentes ao genótipo dos animais.

Estudos com bovinos de corte têm sugerido que as exigências de manutenção variam consideravelmente entre genótipos (CSIRO, 1990; NRC, 2000). No entanto, baseados nos resultados obtidos com ovelhas adultas (OLTHOFF; DICKERSON; NIENABER, 1989; FREETLY et al., 1995; FREETLY; NIENABER; BROWN-BRANDL, 2002), os sistemas nutricionais disponíveis para ovinos têm sugerido o uso de um único valor de EL_m para todas as raças, o que não é compatível com a grande variedade de resultados obtidos com animais em crescimento. Santos et al. (2002), por exemplo, estimaram valor de EL_m equivalente a 54,7 kcal/kg^{0,75} PV, para cordeiros Bergamácia. Por sua vez, Gonzaga Neto et al. (2005) encontraram valor de a 52,5 kcal/kg^{0,75} PV para cordeiros Morada Nova, enquanto Galvani et al. (2008) relataram EL_m de a 58,4 kcal/kg^{0,75} PV para animais Texel \times Ile de France. Valores mais elevados que estes, e próximos aos encontrados em nosso estudo, foram observados por Silva et al. (2003) para cordeiros Santa Inês (73,5 kcal/kg^{0,75} PV). Quando analisados de forma conjunta, embora possíveis diferenças atribuídas à metodologia empregada em cada estudo devam ser consideradas, estes resultados sugerem que as exigências energéticas de manutenção de ovinos em crescimento podem variar entre genótipos, tal como ocorre com bovinos.

Grande variabilidade também é observada para a eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção (k_m) adotada pelos diferentes sistemas nutricionais. O AFRC (1993), baseado no ARC (1980), sugeriu que a eficiência de utilização da energia é função da metabolizabilidade da dieta (q_m), obtida pela razão entre as concentrações dietéticas de EM e EB ($k_m = 0,503 + 0,35 \times q_m$). Com base nesta proposição, e no valor de q_m médio observado em nosso estudo para cada dieta, a eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção seria 14 e 6% superior ao valor observado, respectivamente, para as dietas contendo bagaço de cana

e feno de *coastcross*, e sua adoção implicaria em subestimativa das exigências de EM para manutenção. O CSIRO (1990), por outro lado, recomendou o uso de um valor de k_m fixo, de igual magnitude daquele observado em nosso estudo ($k_m = 0,64$), e que foi posteriormente adotado por Cannas et al. (2004) e pelo NRC (2007). Galvani et al. (2008), trabalhando com cordeiros Texel × Ile de France, também encontraram este mesmo valor de k_m . Corroborando com as proposições estabelecidas pelo CSIRO (1990), nossos resultados demonstram que a concentração de energia dietética não parece exercer efeito significativo sobre a eficiência de uso da EM para manutenção. Entretanto, em sua revisão mais recente, o CSIRO (2007) sugeriu que o uso de um valor fixo de k_m poderia não ser adequado para dietas com baixo valor nutritivo ($EM \leq 1,7$ Mcal/kg de MS) e, desta forma, propôs seu cálculo como: $k_m = 0,5 + 0,02 \times EM$, Mcal/kg. Como esta equação foi derivada daquela apresentada pelo ARC (1980) suas estimativas também rendem valores superiores ao observado em nosso estudo.

4.4 Exigências de ganho

4.4.1 Proteína

Conceitualmente, as exigências líquidas de ganho representam a quantidade de nutrientes retida no corpo na medida em que os animais crescem, sendo determinadas pelo potencial genético destes e pela extensão na qual as condições de ambiente permitem sua expressão. Dentre os diversos fatores ambientais que podem afetar o crescimento animal, a nutrição claramente é o mais importante, pois determina o aporte de nutrientes para retenção tecidual. A retenção, todavia, não responde de forma direta ao suprimento de nutrientes. A retenção de proteína, por exemplo, é estabelecida até um limite máximo teórico, a partir do qual a deposição de gordura passa a ser o principal componente da retenção energética (ODDY; SAINZ, 2002). Em nosso estudo, o consumo de proteína foi semelhante para os animais recebendo as distintas dietas e resultou em retenção protéica também de magnitude similar, o que é compatível com as observações de Kyriazakis e Oldham (1993), que concluíram que ovinos em crescimento são capazes de selecionar a dieta para suprir suas exigências protéicas.

A redução da concentração de proteína corporal com o avanço da maturidade tem sido claramente estabelecida em ovinos (CARVALHO et al., 2000; PIRES et al., 2000; GONZAGA NETO et al., 2005; GALVANI et al., 2009) e determina o decréscimo das exigências diárias para ganho de peso, tal como observado em nosso estudo. Usando as equações para predição da composição corporal preconizadas pelo ARC (1980), as exigências líquidas de proteína para ganho, preditas por este Comitê, são, em média, 7,2% inferiores aos valores observados, o que é reflexo de uma menor concentração de proteína corporal. Salienta-se, contudo, que as equações do ARC (1980) foram formuladas com base em estudos com animais lanados, de forma que a concentração corporal de proteína refere-se ao PCV livre de lã. O AFRC (1993), baseado nas equações do ARC (1980) sugeriu o cálculo da exigência líquida de proteína para ganho como: $PL_g \text{ (g/dia)} = GMD \text{ (kg)} \times (160,4 - 1,22 \times PV + 0,0105 \times PV^2)$. Diferente das predições feitas diretamente com as equações do ARC (1980), o uso desta última gera resultados acuradamente ajustados (RMSEP = 0,29 g/dia) aos valores observados em nosso estudo (Figura 7), para qualquer peso corporal entre 15 e 45 kg de PV e taxa de ganho entre 0 e 300 g/dia.

O NRC (1985) propôs a estimativa das exigências protéicas dos animais com base na concentração energética do ganho, uma vez que estas variáveis são negativamente correlacionadas. Contudo, em função da elevada taxa de deposição de gordura corporal, assumida por aquele Comitê, suas estimativas são bastante diferentes dos valores observados em nosso estudo (RMSEP = 5,94 g/dia). Para os animais com 15 kg de PV, por exemplo, a exigência líquida de proteína para ganho é superestimada em 25%, aproximadamente. Esta diferença tende a diminuir com o incremento do peso corporal dos animais e os valores de PL_g passam a ser subestimados para os animais com peso corporal superior a 40 kg.

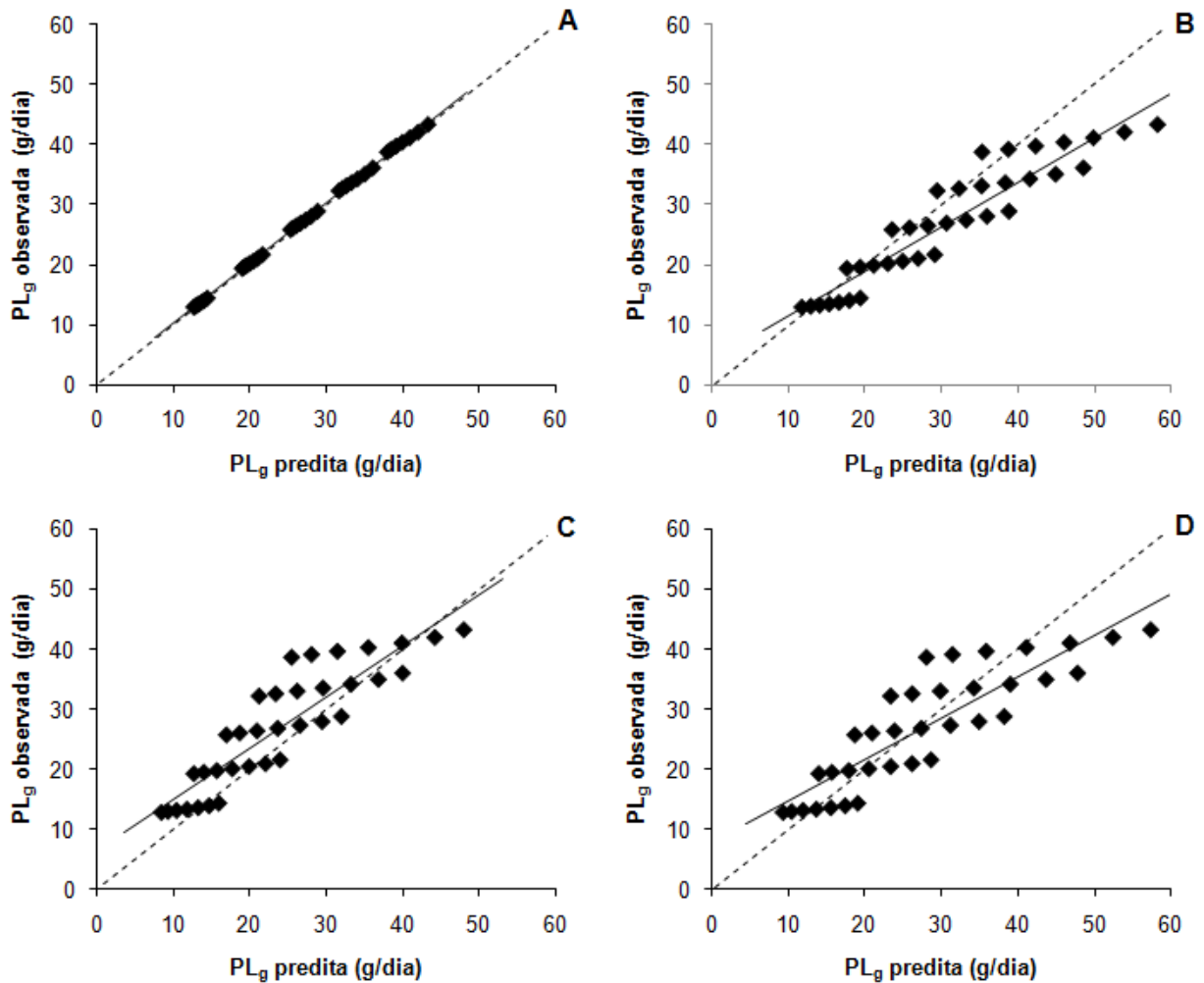


Figura 7 – Relação entre as exigências líquidas de proteína para ganho (PL_g) observadas e as previsões feitas pelo AFRC (1993; A), NRC (1985; B), CSIRO (2007, C) e NRC (2007; D)

Visando dirimir estas diferenças, em sua revisão mais recente o NRC (2007) adotou as equações propostas por Cannas et al. (2004), que também realizam a estimativa das exigências protéicas dos animais com base na concentração energética do ganho, porém permitem considerar diferenças associadas a genótipos de maturidade precoce ou tardia. Para isso, as equações ponderam as taxas de retenção de energia e proteína corporal em função de um índice de maturidade, estabelecido pela razão entre o peso corporal atual e o peso corporal alcançado por um animal quando seu desenvolvimento ósseo é completo e a concentração de gordura no PCV é igual a 25%. Este sistema, entretanto, não foi suficientemente acurado (RMSEP = 6,15

g/dia) para prever as exigências de proteína para manutenção de animais $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês. Assumindo o valor de 65 kg como peso à maturidade, com base na curva de retenção de gordura corporal estabelecida em nosso estudo, as exigências estimadas pelo NRC (2007) são 32% superiores para animais com 15 kg de PV e 27% inferiores para animais com 45 kg de PV, em comparação os valores observados. Resultados similares são obtidos a partir de estimativas feitas com base nos modelos propostos pelo CSIRO (2007), que adotou as mesmas premissas descritas anteriormente (RMSEP = 5,42 g/dia).

Entretanto, embora estas equações não gerem estimativas acuradas, sob o ponto de vista prático, ambos os sistemas (CSIRO, 2007; NRC, 2007) apresentam certa viabilidade de uso. Isto ocorre porque a formulação de dietas para ovinos no Brasil tem sido realizada com base nas exigências médias dos animais durante a fase de terminação. Assim, em sistemas de terminação que adotam pesos de abate entre 30 e 40 kg, o peso médio dos animais varia entre 25 e 28 kg (considerando o desmame aos 15 kg de PV) e, nesta faixa de peso, as exigências líquidas de proteína estimadas por aqueles Comitês são bastante próximas das observadas. A incerteza a cerca da real eficiência de uso da proteína metabolizável para ganho, todavia, pode ampliar a variabilidade entre as recomendações feitas por diferentes sistemas nutricionais.

Assim como ocorre com a eficiência utilização da proteína metabolizável para manutenção, não há um consenso quanto aos valores de k_{pg} , que têm variado entre 0,59 (AFRC, 1993) e 0,70 (CSIRO, 1990, 2007; NRC, 2007). O valor obtido em nosso estudo é semelhante ao sugerido pelo AFRC (1993) e não diferiu entre as dietas avaliadas. Nesse sentido, nossos resultados são compatíveis com a hipótese de que a eficiência de uso da proteína metabolizável é afetada pelo suprimento de energia aos animais (SCHROEDER; TITGEMEYER, 2008), o que, possivelmente, está associado à redução do uso de aminoácidos para gliconeogênese hepática na medida em que o consumo de energia é elevado. Tem sido proposto, no entanto, que a eficiência de utilização de uma mescla de aminoácidos “idealmente” balanceada é uma característica do animal (OLDHAM, 1987) e, desta forma, poderia variar em função de fatores como raça e estágio fisiológico. Galvani et al. (2009), por exemplo, encontraram k_{pg} igual a 0,71 para cordeiros Texel \times Ile de France, mesmo com consumo de EM inferior ao observado em

nosso estudo. Assim, as possíveis interações existentes entre fatores associados à variação da eficiência de uso da proteína metabolizável estabelecem a necessidade de cautela no uso de valores fixos, generalizados para todas as raças e condições produtivas.

4.4.2 Energia

A elevação da taxa de retenção de gordura é o principal fator associado ao aumento das exigências energéticas dos animais na medida em estes crescem (ARC, 1980). Em nosso estudo, esta relação foi claramente estabelecida para cordeiros $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês, mas diferiu entre os animais alimentados com as distintas dietas. A concentração de gordura no ganho, em média 12,5% superior para os animais recebendo a dieta contendo bagaço de cana *in natura*, não foi, contudo, suficiente para estabelecer diferenças na curva de crescimento destes animais. Estes resultados indicam que a curva de crescimento corporal é, marcadamente, uma característica do genótipo e que, de fato, diferenças nas exigências energéticas dos animais decorrentes de fatores dietéticos estão relacionadas à variação da eficiência de uso da energia (AFRC, 1993; CSIRO, 2007; NRC, 2007).

Os valores de EL_g observados em nosso estudo são diferentes daqueles preditos pelos sistemas nutricionais estrangeiros, sobretudo em pesos corporais mais elevados (Figura 8). O AFRC (1993), por exemplo, adotou as curvas de crescimento estabelecidas pelo ARC (1980) para estimativa das exigências energéticas dos animais. Com base na equação proposta por aquele Comitê, os valores preditos são bastante próximos aos observados para animais com até 25 kg de peso corporal, mas são superestimados a partir deste, resultando em um erro médio de predição de 130 kcal/dia. Um padrão bastante similar (RMSEP = 141 kcal/dia) é observado quando estimativas são feitas usando as equações propostas pelo NRC (1985). De fato, estes Comitês assumem um aumento significativo da taxa de retenção de gordura e, conseqüentemente, energia corporal, a partir dos 25 kg de PV, o que não é compatível com a curva de crescimento de animais $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês, estabelecida em nosso estudo.

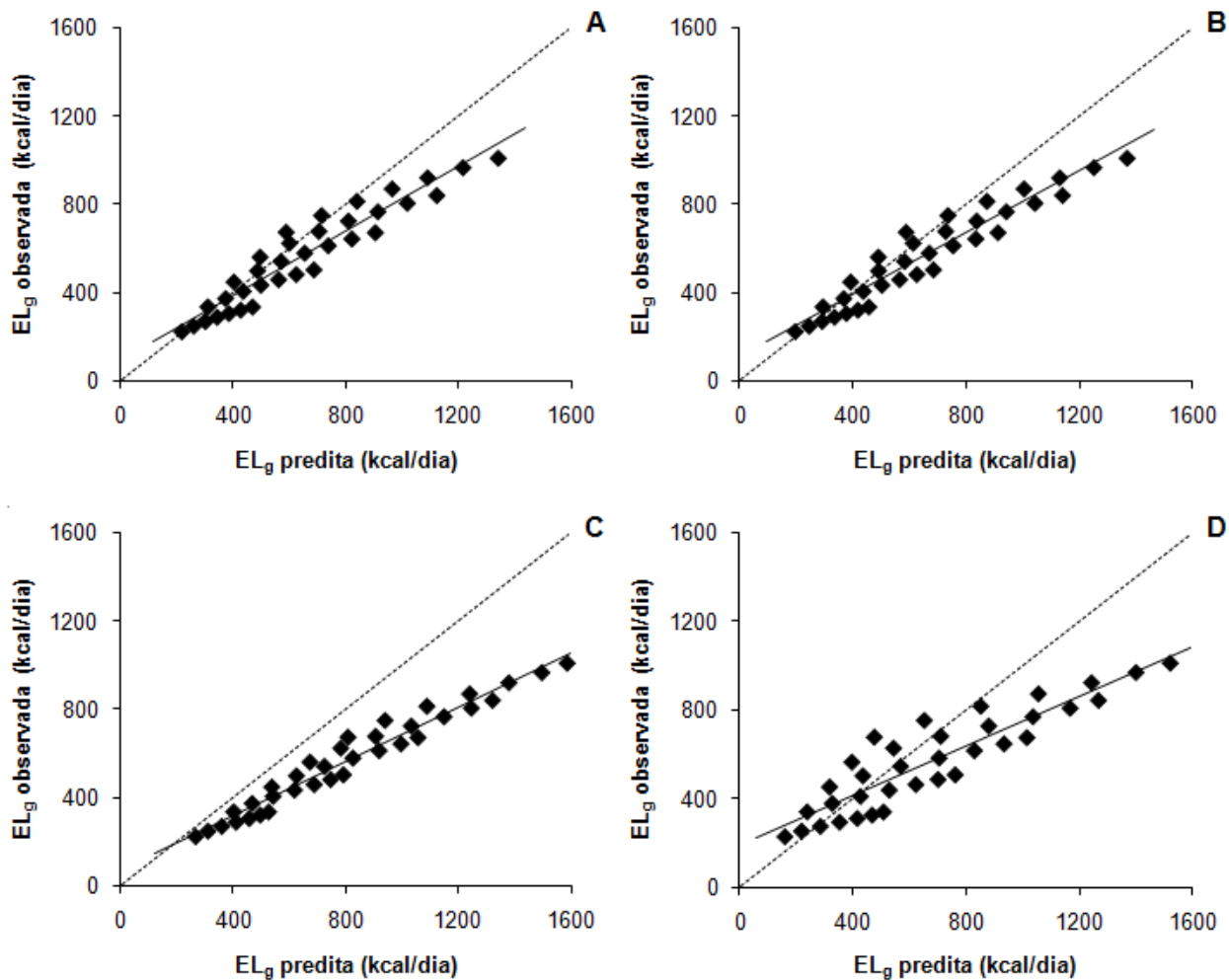


Figura 8 – Relação entre as exigências líquidas de energia para ganho (EL_g) observadas e as previsões feitas pelo AFRC (1993; A), NRC (1985; B), CSIRO (2007, C) e NRC (2007; D)

Estimativas bem menos acuradas da EL_g são feitas a partir das equações adotadas nas últimas revisões do NRC (2007; RMSEP = 213 kcal/dia) e do CSIRO (2007; RMSEP = 280 kcal/dia). Estes Comitês consideram o grau de maturidade do animal, representado pela razão entre o peso corporal e o peso à maturidade, para estabelecer diferenças nos padrões de retenção energética. Assume-se que genótipos com maior peso à maturidade apresentam incremento das taxas de retenção de gordura corporal somente em PV mais elevados (NRC, 2007). No entanto, adotando o valor de 65 kg como peso à maturidade de animais $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês, os valores de EL_g estimados pelo NRC (2007) para animais com 15 kg de PV são,

aproximadamente, 30% inferiores aos observados. Por outro lado, após os 25 kg de peso corporal a EL_g passa a ser superestimada em função de uma elevação da taxa de retenção energética; para os animais com 45 kg de PV os valores estimados são cerca de 50% mais elevados. Estas diferenças evidenciam um contrassenso nas equações do NRC (2007) para estimativa da EL_g de ovinos $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês, uma vez que, para animais com 15 kg de PV, o peso à maturidade adequado para uma predição acurada das exigências dos animais seria de 48 kg de PV, enquanto que, para animais com 45 kg de PV, dever-se-ia adotar o valor de 103 kg. Ressalta-se, todavia, que as estimativas feitas a partir dos modelos do NRC (2007) foram bastante acuradas para animais com 25 kg de PV, o que pode ser bastante útil sob o ponto de vista prático, como discutido anteriormente para os dados de PL_g . As equações adotadas pelo CSIRO (2007), por sua vez, superestimam a EL_g em qualquer peso corporal do intervalo estudado. Para esse Comitê, o peso à maturidade compatível com a taxa de retenção energética de animais $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês seria de aproximadamente 120 kg; muito acima daquele que foi adotado em nosso estudo. As superestimativas feitas por este Comitê, contudo, são contrabalanceadas pelos também mais elevados valores de k_g preditos, gerando estimativas um pouco mais acuradas das exigências de EM para ganho (RMSEP = 158 kcal/dia).

Os sistemas nutricionais (ARC, 1980; AFRC, 1993; CSIRO, 2007; NRC, 2007) adotam a concentração de energia da dieta para predição de k_g . Esta premissa é baseada, em um primeiro momento, na maior proporção de propionato no fluído ruminal de animais alimentados com dietas com elevada concentração energética, e que pode estimular a síntese e retenção de gordura corporal (NRC, 2007). A retenção de energia como gordura é energeticamente mais eficiente que sua retenção como proteína (THERIEZ; CASTRILLO; VILLETTE, 1982; OLD; GARRETT, 1985). Entretanto, em nosso estudo é possível que o maior valor k_g observado para a dieta contendo bagaço de cana seja atribuído a uma maior absorção de glicose no intestino delgado dos animais, com conseqüente elevação da retenção de gordura visceral, como discutido anteriormente. Owens et al. (1986) estimaram que a digestão intestinal do amido é energeticamente 42% mais eficiente que a digestão ruminal e traduz-se em uma maior retenção de gordura visceral. Neste contexto, contudo, a maior eficiência de utilização

da energia é discutível sob o ponto de vista da produção de carne, uma vez que esta não é dirigida à retenção de tecidos destinados ao consumo humano. Além disso, embora a retenção energética tenha sido favorecida para os animais alimentados com a dieta contendo bagaço de cana, resultando em maior concentração corporal de gordura como consequência do consumo de EM similar entre as dietas, o GMD foi maior para os animais consumindo a dieta contendo feno de *coastcross*. Este fato, possivelmente, está associado à maior concentração de água no corpo destes animais, uma vez que a densidade da água é maior que a da gordura (NELSON; COX, 2008).

Comparados aos nossos valores de k_g , aqueles estimados pelo CSIRO (2007), com base na concentração de energia metabolizável da dieta ($k_g = 0,043 \times EM$, MJ/kg), foram cerca de 45% superiores, mas a magnitude de diferença entre os valores de k_g obtidos para as dietas contendo bagaço de cana ($k_g = 0,57$) ou feno de *coastcross* ($k_g = 0,53$) foi bastante próxima à observada em nosso estudo. Resultados semelhantes são obtidos usando a equação proposta pelo AFRC (1993; $k_g = 0,006 + 0,78 \times q_m$, em que $q_m = EM/EB$), uma vez que esta, assim como aquela proposta pelo CSIRO (2007), foi baseada no ARC (1980). O NRC (2007), de outra forma, adotou a equação de Garrett (1980) para estimativa da eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso ($k_g = [(1,42 \times EM) - (0,174 \times EM^2) + (0,0122 \times EM^3) - 1,65] / EM$), a qual é hábil em prever valores mais próximos aos observados em nosso estudo, mas é bastante menos sensível à variação da concentração de EM da dieta ($k_g = 0,47$ e $0,45$, respectivamente, para as dietas compostas por bagaço de cana e feno de *coastcross*). A predição de valores de k_g mais elevados pelos sistemas nutricionais avaliados possivelmente está associada ao fato de as equações propostas por estes terem sido baseadas em estudos com animais adultos. Como a retenção energética na forma de gordura (k_f) é mais eficiente do que na forma de proteína (k_p), tem sido sugerido que k_g é dependente da composição do ganho e, portanto, aumenta na medida em que a maturidade é atingida (GEAY, 1984; WILLIAMS; JENKINS, 2003; TEDESCHI; FOX; GUIROY, 2004). Assim, corroborando as premissas assumidas por Williams e Jenkins (2003) e Tedeschi; Fox e Guiroy (2004), nossos resultados sugerem que a eficiência de utilização da EM para ganho é melhor predita com base nas eficiências parciais de retenção de energia como gordura e proteína e na composição do ganho, do que com

base na concentração de EM dietética. Estas premissas devem ser assumidas pelos sistemas nutricionais com vistas à obtenção de predições acuradas para animais com diferentes graus de maturidade corporal mas, para isso, o conhecimento da curva de crescimento de cada genótipo assume fundamental importância.

5 CONCLUSÕES

O uso de volumosos de boa qualidade na alimentação de cordeiros confinados, com conseqüente maior proporção deste na dieta, resulta em maior ganho de peso e redução do número de dias para terminação dos animais, mesmo com concentração dietética de energia menor.

O uso de volumosos de baixo valor nutricional, em dietas com alta concentração energética, não resulta em incremento das exigências energéticas de manutenção.

A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção não é afetada pela densidade energética da dieta.

A elevação do teor de concentrado da ração resulta em aumento da eficiência de uso da energia metabolizável para ganho de peso, o que está diretamente associado à maior retenção de gordura visceral. Sob o ponto de vista da produção de carne, todavia, esta maior eficiência nutricional deve ser vista com cautela, uma vez que está relacionada à deposição de tecidos não destinados ao consumo humano.

As exigências protéicas para ganho de peso de cordeiros $\frac{1}{2}$ Dorper \times $\frac{1}{2}$ Santa Inês podem ser acuradamente preditas pelas equações do AFRC (1993). Nenhum dos sistemas nutricionais atuais, contudo, é hábil em predizer as exigências energéticas destes animais entre os 15 e 45 kg de peso corporal.

Em comparação com estimativas feitas com dados obtidos em outros trabalhos semelhantes realizados no Brasil, os resultados deste estudo denotam a necessidade de um maior número de estudo acerca das exigências nutricionais de ovinos, de forma a estabelecer padrões nutricionais adequados à realidade produtiva brasileira.

REFERÊNCIAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. Technical committee on responses to nutrients, Report 9. Nutritive requirements of ruminants animals: Protein. **Nutrition Abstracts and Reviews**, Farnham Royal, v.62, n.12, p.787-835, 1992.

_____. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford, UK: CAB International, 1993. 159p.

ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.80, n.7, p.1447-1462, 1997.

ALVES, K.S.; CARVALHO, F.F.R.; VÉRAS, A.S.C.; BATISTA, A.M.V.; MATTOS, C.W.; COSTA, R.G.; MAIOR JÚNIOR, R.J.S. Composição corporal e exigências de proteína para ganho de peso de caprinos Moxotó em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.8, p.1468-1474, 2008.

AMARANTE, A.F.T.; SUSIN, I.; ROCHA, R.A.; SILVA, M.B.; MENDES, C.Q.; PIRES, A.V. Resistance of Santa Ines and crossbred ewes to naturally acquired gastrointestinal nematode infections. **Veterinary Parasitology**, Amsterdam, v.165, n.3/4, p.273-280, 2009.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 16th ed. Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists, 1997. 850p.

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

_____. **The nutrient requirements of ruminant livestock**: Supplement No. 1, Report of the protein group. Slough, UK: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984. 45p.

ATTAIX, D.; RÉMOND, D.; SAVARY-AUZÉLOUX, I.C. Protein metabolism and turnover. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Ed.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2nd ed. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2005. p.373-397.

ATTI, N.; KAYOULI, C.; MAHOUACHI, M.; GUESMI, A.; DOREAU, M. Effect of a drastic and extended underfeeding on digestion in Barbary ewe. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.100, n.1/2, p.1-14, 2002.

BARBOSA NETO, A.C.; OLIVEIRA, S.M.P.D.; FACÓ, O.; LÔBO, R.N.B. Efeitos genéticos aditivos e não-aditivos em características de crescimento, reprodutivas e habilidade materna em ovinos das raças Santa Inês, Somalis Brasileira, Dorper e Poll Dorset. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, p.1943-1951, 2010.

BLAXTER, K.L.; CLAPPERTON, J.L.; WAINMAN, F.W. The extent of differences between six British breeds of sheep in their metabolism, feed intake and utilization, and resistance to climatic stress. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.20, n.2, p.283-294, 1966.

BOFILL, F.J. **A reestruturação da ovinocultura gaúcha**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1996. 137p.

BULLE, M.L.D.M.; RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R.; TITTO, E.A.L.; LANNA, D.P.D. Desempenho de Tourinhos Cruzados em Dietas de Alto Teor de Concentrado com Bagaço de Cana-de-Açúcar como Único Volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.444-450, 2002.

BUNCH, T.D.; EVANS, R.C.; WANG, S.; BRENNAND, C.P.; WHITTIER, D.R.; TAYLOR, B.J. Feed efficiency, growth rates, carcass evaluation, cholesterol level and sensory evaluation of lambs of various hair and wool sheep and their crosses. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.52, n.3, p.239-245, 2004.

CANNAS, A.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G. The small ruminant nutrition system: development of a goat submodel. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 2007, San Antonio, TX. **Anais...** San Antonio, TX: ASAS-ADSA, 2007. P.505

CANNAS, A.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; PELL, A.N.; VAN SOEST, P.J. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.82, n.1, p.149-169, 2004.

CARDOSO, A.R.; PIRES, C.C.; CARVALHO, S.; GALVANI, D.B.; JOCHIMS, F.; HASTENPFLUG, M.; WOMMER, T.P. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros alimentados com dietas que contêm diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1, p.215-221, 2006.

CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; SOUZA JÚNIOR, A.A.O.D.; SILVA, A.G.S.D.; SANTOS, F.N.D.; SANTOS, P.F.; PAIVA, S.R. Desenvolvimento ponderal e diversidade fenotípica entre cruzamentos de ovinos Dorper com raças locais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p.991-998, 2007.

CARTAXO, F.Q.; SOUSA, W.H.D.; CEZAR, M.F.; GONZAGA NETO, S.; CUNHA, M.D.G.G. Efeitos do genótipo e da condição corporal sobre o desempenho de cordeiros terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, p.1483-1489, 2008.

CARVALHO, S.; PIRES, C.C.; SILVA, J.H. Composição corporal e exigências líquidas de proteína para ganho de peso de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.2325-2331, 2000. (Supl. 2)

CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of the technical details**. Bucksburn Aberdeen, UK: International Feed Resources Unit Rowett Research Institute, 1995. 22p.

CHIZZOTTI, F.H.M.; PEREIRA, O.G.; TEDESCHI, L.O.; VALADARES FILHO, S.C.; CHIZZOTTI, M.L.; LEAO, M.I.; PEREIRA, D.H. Effects of dietary nonprotein nitrogen on performance, digestibility, ruminal characteristics, and microbial efficiency in crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.86, n.5, p.1173-1181, 2008.

COELHO, L.A.; RODRIGUES, P.A.; NONAKA, K.O.; SASA, A.; BALIEIRO, J.C.C.; VICENTE, W.R.R.; CIPOLLA-NETO, J. Annual pattern of plasma melatonin and progesterone concentrations in hair and wool ewe lambs kept under natural photoperiod at lower latitudes in the southern hemisphere. **Journal of Pineal Research**, Copenhagen, v.41, n.2, p.101-107, 2006.

COSTA, R.G.; ARAÚJO FILHO, J.T.D.; SOUSA, W.H.D.; GONZAGA NETO, S.; MADRUGA, M.S.; FRAGA, A.B. Effect of diet and genotype on carcass characteristics of feedlot hair sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, p.2763-2768, 2010.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION - CSIRO. **Feeding standards for Australian livestock: ruminants**. Melbourne, Australia: CSIRO Publishing, 1990. 226p.

_____. **Nutrient requirements of domesticated ruminants**. Collingwood, Australia: CSIRO Publishing, 2007. 296p.

DE WAAL, H.O.; COMBRINCK, W.J. The development of the Dorper, its nutrition and a perspective of the grazing ruminant on veld. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.36, n.2, p.103-117, 2000.

DEGEN, A.A.; YOUNG, B.A. Effect of air temperature and energy intake on body mass, body composition and energy requirements in sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.138, n.2, p.221-226, 2002.

DOREAU, M.; MICHALET-DOREAU, B.; GRIMAUD, P.; ATTI, N.; NOZIERE, P. Consequences of underfeeding on digestion and absorption in sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.49, n.3, p.289-301, 2003.

EZEQUIEL, J.M.B.; SAMPAIO, A.A.M.; SILVA, F.P.; MACARI, M.; BRITO, R.M. Efeito da somatotropina recombinante bovina (rBST) no desempenho de novilhos alimentados com diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.3, p.591-597, 1999.

FAICHNEY, G.J. Digesta flow. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Ed.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2nd ed. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2005. p.49-86.

FARRAN, T.B.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; MACKEN, C.N.; LINDQUIST, R.U. Wet corn gluten feed and alfalfa hay levels in dry-rolled corn finishing diets: Effects on finishing performance and feedlot nitrogen mass balance. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.84, n.5, p.1205-1214, 2006.

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

FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: I. Angus, Belgian Blue, Hereford, and Piedmontese sires. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.76, n.2, p.637-646, 1998.

FORBES, J.M. Voluntary feed intake and diet selection. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Ed.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2nd ed. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2005. p.607-625.

FOX, D.G.; TEDESCHI, L.O.; TYLUTKI, T.P.; RUSSELL, J.B.; VAN AMBURGH, M.E.; CHASE, L.E.; PELL, A.N.; OVERTON, T.R. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.112, n.1/4, p.29-78, 2004.

FREETLY, H.C.; NIENABER, J.A.; LEYMASTER, K.A.; JENKINS, T.G. Relationships among heat production, body weight, and age in Suffolk and Texel ewes. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.73, n.4, p.1030-1037, 1995.

FREETLY, H.C.; NIENABER, J.A.; BROWN-BRANDL, T. Relationships among heat production, body weight, and age in Finnsheep and Rambouillet ewes. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.80, n.3, p.825-832, 2002.

FURUSHO GARCIA, I.F.; PEREZ, J.R.O.; OLIVEIRA, M.V. Características de carcaça de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês puros, terminados em confinamento, com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.253-260, 2000.

FURUSHO GARCIA, I.F.; COSTA, T.I.R.; ALMEIDA, A.K.D.; PEREIRA, I.G.; ALVARENGA, F.A.P.; LIMA, N.L.L. Performance and carcass characteristics of Santa Inês pure lambs and crosses with Dorper e Texel at different management systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, p.1313-1321, 2010.

GALVANI, D.B.; PIRES, C.C.; KOZLOSKI, G.V.; WOMMER, T.P. Energy requirements of Texel crossbred lambs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.86, n.12, p.3480-3490, 2008.

- GALVANI, D.B.; PIRES, C.C.; KOZLOSKI, G.V.; SANCHEZ, L.M.B. Protein requirements of Texel crossbred lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.81, n.1, p.55-62, 2009.
- GALVANI, D.B.; PIRES, C.C.; WOMMER, T.P.; OLIVEIRA, F.; SANTOS, M.F. Chewing patterns and digestion in sheep submitted to feed restriction. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v.94, n.6, p.e366-e373, 2010a.
- GALVANI, D.B.; PIRES, C.C.; WOMMER, T.P.; OLIVEIRA, F.; KODAYSSI, G.P.T.; GRIEBLER, L. Postweaning growth of the non-carcass components of Texel crossbred lambs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.7, p.1558-1564, 2010b.
- GARRETT, W.N. Energy utilization by growing cattle as determined in 72 comparative slaughter experiments. In: SYMPOSIUM OF ENERGY METABOLISM, 8., 1980, Cambridge. **Proceedings...** Cambridge: Butterworths, 1980. p.3-7.
- GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.58, n.3, p.766-778, 1984.
- GIRÁLDEZ, F.J.; VALUES, C.; PELAEZ, R.; FRUTOS, P.; MANTECON, A.R. The influence of digestible organic matter and nitrogen intake on faecal and urinary nitrogen losses in sheep. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.51, n.1, p.183-190, 1997.
- GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A.G.; RESENDE, K.T.; ZEOLA, N.M.B.L.; SILVA, A.M.; MARQUES, C.A.T.; LEÃO, A.G. Composição corporal e exigências nutricionais de proteína e energia para cordeiros Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p.2446-2456, 2005.
- GONZÁLEZ, L.A.; FERRET, A.; MANTECA, X.; CALSAMIGLIA, S. Increasing sodium bicarbonate level in high-concentrate diets for heifers. II. Effects on chewing and feeding behaviors. **Animal**, Cambridge, v.2, n.5, p.713-722, 2008.
- HEGARTY, R.S.; NOLAN, J.V. Estimation of ruminal methane production from measurement of volatile fatty acid production. In: MAKKAR, H.P.S.; VERCOE, P.E. (eds.). **Measuring methane production from ruminants**. Berlin: Springer, 2007. p.69-92.
- HEINRICHS, J. **Evaluating particle size of forages and TMRs using the Penn State particle size separator**. University Park, PA: College of Agricultural Sciences, Pennsylvania State University, 1996. 10p. Report number DAS 96-20 of the Department of Dairy and Animal Science.

HENRIQUE, W.; BELTRAME FILHO, J.A.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D.; ALLEONI, G.F.; COUTINHO FILHO, J.L.V.; SAMPAIO, A.A.M. Avaliação da silagem de grãos de milho úmido com diferentes volumosos para tourinhos em terminação: desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.1, p.183-190, 2007.

HOUSEKNECHT, K.L.; BAILE, C.A.; MATTERI, R.L.; SPURLOCK, M.E. The biology of leptin: a review. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.76, n.5, p.1405-1420, 1998.

HUNTINGTON, G.B.; HARMON, D.L.; RICHARDS, C.J. Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.84, n.13, p.E14-24, 2006. (E. Suppl.)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008. 51p.

JUNG, H.G.; JORGENSEN, M.A.; LINN, J.G.; ENGELS, F.M. Impact of accessibility and chemical composition on cell wall polysaccharide degradability of maize and lucerne stems. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.80, n.3, p.419-427, 2000.

KAPS, M.; LAMBERSON, W.R. **Biostatistics for animal science**. Wallingford: CABI Publishing, 2004. 464p.

KEMPSTER, A.J. Fat partition and distribution in the carcasses of cattle, sheep and pigs: A review. **Meat Science**, Amsterdam, v.5, n.2, p.83-98, 1981.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Editora UFSM, 2002. 140p.

KOZLOSKI, G.V.; REFFATTI, M.V.; BONNECARRERE SANCHEZ, L.M.; LIMA, L.D.; CADORIN JR, R.L.; HARTEK, C.J.; FIORENTINI, G. Intake and digestion by lambs fed a low-quality grass hay supplemented or not with urea, casein or cassava meal. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.136, n.3/4, p.191-202, 2007.

KYRIAZAKIS, I.; OLDHAM, J.D. Diet selection in sheep: the ability of growing lambs to select a diet that meets their crude protein (nitrogen \times 6.25) requirements. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.69, n.3, p.617-629, 1993.

LEME, P.R.; SILVA, S.D.L.E.; PEREIRA, A.S.C.; PUTRINO, S.M.; LANNA, D.P.D.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar em dietas com elevada proporção de concentrados para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.1786-1791, 2003.

LINDSAY, D.B.; REYNOLDS, C.K. Metabolism of the portal-drained viscera and liver. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Ed.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2nd ed. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2005. p.311-343.

- LOFGREEN, G.P.; GARRETT, W.N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.27, n.3, p.793-806, 1968.
- LOYA-OLGUIN, F.; AVENDANO-REYES, L.; ENCINIAS, A.M.; WALKER, D.A.; ELAM, N.A.; SOTO-NAVARRO, S.A. Influence of slice baling on feeding value of alfalfa hay in receiving and finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.86, n.10, p.2749-2755, 2008.
- LOZA, P.L.; BUCKNER, C.D.; VANDER POL, K.J.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; STOCK, R.A. Effect of feeding combinations of wet distillers grains and wet corn gluten feed to feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.88, n.3, p.1061-1072, 2010.
- MACIAS-CRUZ, U.; QUINTERO-ELISEA, J.A.; AVENDANO-REYES, L.; CORREA-CALDERON, A.; ALVAREZ-VALENZUELA, F.D.; SOTO-NAVARRO, S.A.; LUCERO-MAGANA, F.A.; GONZALEZ-REYNA, A. Buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.) substitution for orange pulp on intake, digestibility, and performance of hairsheep lambs. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v.42, n.2, p.223-232, 2010.
- MADRUGA, M.S.; ARAÚJO, W.O.D.; SOUSA, W.H.D.; CÉZAR, M.F.; GALVÃO, M.D.S.; CUNHA, M.D.G.G. Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, p.1838-1844, 2006.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: ASA-CSSA-SSSA, 1994. p.450–493.
- MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.80, n.7, p.1463-1481, 1997.
- MILNE, C. The history of the Dorper sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.36, n.2, p.99-102, 2000.
- MISSIO, R.L.; BRONDANI, I.L.; FREITAS, L.D.S.; SACHET, R.H.; SILVA, J.H.S.D.; RESTLE, J. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.7, p.1309-1316, 2009.
- MITCHELL, H.H. **The minimum protein requirements of cattle**. Washington, D.C.: National Research Council, 1929. 84p. Report of Committee on animal nutrition. (Bulletin of the National Research Council, 63.)
- MOLINA ALCAIDE, E.; GARCIA, A.I.M.; AGUILERA, J.F. A comparative study of nutrient digestibility, kinetics of degradation and passage and rumen fermentation pattern in goats and sheep offered good quality diets. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.64, n.2/3, p.215-223, 2000.

MOULD, F.L.; ORSKOV, E.R.; MANN, S.O. Associative Effects of Mixed Feeds .1. Effects of Type and Level of Supplementation and the Influence of the Rumen Fluid Ph on Cellulolysis In vivo and Dry-Matter Digestion of Various Roughages. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.10, n.1, p.15-30, 1983.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger principles of biochemistry**. 5th ed. New York: W.H. Freeman, 2008. 1124p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1981. 168p.

_____. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1984. 242p.

_____. **Nutrient requirements of sheep**. 6th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985. 112p.

_____. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000. 248p.

_____. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 408p.

_____. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

ODDY, V.H.; SAINZ, D.R. Nutrition for sheep-meat production. In: FREER, M.; DOVE, H. (Ed.). **Sheep Nutrition**. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2002. p.237-262.

OLD, C.A.; GARRETT, W.N. Efficiency of feed energy utilization for protein and fat gain in Hereford and Charolais steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.60, n.3, p.766-771, 1985.

OLDHAM, J.D. Efficiencies of amino acid utilization. In: JARRIGE, R.; ALDERMAN, G. (Ed.). **Feed evaluation and protein requirement systems for ruminants**. Luxembourg: CEC, 1987. p.171-186.

OLIVEIRA, A.N.; PÉREZ, J.R.O.; CARVALHO, P.A.; PAULA, O.J.; BAIÃO, E.A.M. Composição corporal e exigências líquidas em energia e proteína para ganho de cordeiros de quatro grupos genéticos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.5, p.1169-1176, 2004.

OLIVEIRA, F.M.M.; DANTAS, R.T.; FURTADO, D.A.; NASCIMENTO, J.W.B.; MEDEIROS, A.N. Parâmetros de conforto térmico e fisiológico de ovinos Santa Inês, sob diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, p.631-635, 2005.

OLTHOFF, J.C.; DICKERSON, G.E.; NIENABER, J.A. Energy utilization in mature ewes from seven breeds with diverse production potentials. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.67, n.10, p.2550-2564, 1989.

OWENS, F.N.; ZINN, R.A.; KIM, Y.K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.63, n.5, p.1634-1648, 1986.

OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J.; GILL, D.R. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.76, n.1, p.275-286, 1998.

PACHECO, P.S.; RESTLE, J.; VAZ, F.N.; FREITAS, A.K.; PADUA, J.T.; NEUMANN, M.; ARBOITTE, M.Z. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.309-320, 2006.

PADAN, E.; ZILBERSTEIN, D.; SCHULDINER, S. pH Homeostasis in Bacteria. **Biochimica Et Biophysica Acta**, Amsterdam, v.650, n.2/3, p.151-166, 1981.

PALADINES, O.L.; REID, J.T.; VAN NIEKERK, B.D.H.; BENSADOUN, A. Relationship between the nitrogen content and the heat of combustion value of sheep urine. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.23, n.2, p.528-532, 1964.

PARSONS, C.H.; VASCONCELOS, J.T.; SWINGLE, R.S.; DEFOOR, P.J.; NUNNERY, G.A.; SALYER, G.B.; GALYEAN, M.L. Effects of wet corn gluten feed and roughage levels on performance, carcass characteristics, and feeding behavior of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.85, n.11, p.3079-3089, 2007.

PAULINO, P.V.R.; COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D.; MAGALHÃES, K.A.; MORAES, E.H.B.K.; PORTO, M.O.; ANDREATTA, K. Exigências nutricionais de zebuínos: energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.3, p.781-791, 2004.

PEREIRA, D.H.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.D.C.; GARCIA, R.; OLIVEIRA, A.P.; MARTINS, F.H.; VIANA, V. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e diferentes proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.282-291, 2006.

PEREZ, J.F.; BALCELLS, J.; GUADA, J.A.; CASTRILLO, C. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenum. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.75, n.5, p.699-709, 1996.

PIRES, A.V.; OLIVEIRA JUNIOR, R.C.; FERNANDES, J.J.R.; SUSIN, I.; SANTOS, F.A.P.; ARAÚJO, R.C.; GOULART, R.C.D. Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia na dieta de bovinos de corte confinados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, p.937-942, 2004.

PIRES, C.C.; SILVA, L.F.; SANCHEZ, L.M.B. Composição corporal e exigências nutricionais de energia e proteína para cordeiros em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.3, p.853-860, 2000.

PLASCENCIA, A.; LOPEZ-SOTO, M.A.; MONTANO, M.F.; SERRANO, J.G.; WARE, R.A.; ZINN, R.A. Influence of surfactant supplementation and maceration on the feeding value of rice straw in growing-finishing diets for Holstein steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.85, n.10, p.2575-2581, 2007.

POPPI, D.P.; NORTON, B.W.; MINSON, D.J.; HENDRICKSEN, R.E. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.94, n.2, p.275-280, 1980.

POPPI, D.P.; GILL, M.; FRANCE, J. Integration of theories of intake regulation in growing ruminants. **Journal of Theoretical Biology**, London, v.167, n.2, p.129-145, 1994.

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

RABELO, M.M.A.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; OLIVEIRA JR., R.C.; GENTIL, R.S.; FERREIRA, E.M. Avaliação do efeito do bagaço de cana-de-açúcar in natura obtido por dois métodos sobre o desempenho e o comportamento ingestivo de bovinos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.60, n.3, p.698-704, 2008.

RAMOS, S.; TEJIDO, M.L.; MARTINEZ, M.E.; RANILLA, M.J.; CARRO, M.D. Microbial protein synthesis, ruminal digestion, microbial populations, and nitrogen balance in sheep fed diets varying in forage-to-concentrate ratio and type of forage. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.87, n.9, p.2924-2934, 2009.

REYNOLDS, C.K. Economics of visceral energy metabolism in ruminants: Toll keeping or internal revenue service? **Journal of Animal Science**, Savoy, v.80, n.E-Suppl_2, p.E74-84, 2002.

ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. The detergent system of analysis. In: JAMES, W.P.T.; THEANDER, O. (Ed.). **The analysis of dietary fiber in food**. New York: Marcel Dekker, 1981. p.123-158.

RUSSELL, J.B. Another Explanation for the Toxicity of Fermentation Acids at Low pH - Anion Accumulation Versus Uncoupling. **Journal of Applied Bacteriology**, Oxford, v.73, n.5, p.363-370, 1992.

RUSSELL, J.B.; WILSON, D.B. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH? **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.79, n.8, p.1503-1509, 1996.

SANTOS, J.R.S.D.; SOUZA, B.B.D.; SOUZA, W.H.D.; CEZAR, M.F.; TAVARES, G.D.P. Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das raças Santa Inês, morada nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, p.995-1001, 2006.

SANTOS, Y.C.C.; PÉREZ, J.R.O.; GERASEEV, L.C.; TEIXEIRA, J.C.; BONAGURIO, S. Exigência de energia líquida para manutenção de cordeiros Bergamácia dos 35 aos 45 kg de peso vivo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.1, p.182-187, 2002.

SAUVANT, D.J.; MERTENS, D.R. Meta analysis of rumen fill of cattle in relation to NDF intake and digestibility. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.90, p.618-618, 2007.

SCHROEDER, G.F.; TITGEMEYER, E.C. Interaction between protein and energy supply on protein utilization in growing cattle: A review. **Livestock Science**, Savoy, v.114, n.1, p.1-10, 2008.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; BEAUCHEMIN, K.A.; GIBB, D.J.; CREWS, D.H., JR.; HICKMAN, D.D.; STREETER, M.; MCALLISTER, T.A. Effect of bunk management on feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle: A review. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.81, n.14, p.E149-158, 2003. (Suppl. 2)

SENGER, C.C.D.; KOZLOSKI, G.V.; BONNECARRÈRE SANCHEZ, L.M.; MESQUITA, F.R.; ALVES, T.P.; CASTAGNINO, D.S. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.146, n.1/2, p.169-174, 2008.

SILVA, A.M.A.; SILVA SOBRINHO, A.G.; TRINDADE, I.A.C.M.; RESENDE, K.T.; BAKKE, O.A. Net requirements of protein and energy for maintenance of wool and hair lambs in a tropical region. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.49, n.2, p.165-171, 2003.

_____. Net and metabolizable protein requirements for body weight gain in hair and wool lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.67, n.2/3, p.192-198, 2007.

SILVA, A.M.A.; SANTOS, E.M.; PEREIRA FILHO, J.M.; BAKKE, O.A.; GONZAGA NETO, S.; COSTA, R.G. Body composition and nutritional requirements of protein and energy for body weight gain of lambs browsing in a tropical semiarid region. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.1, p.210-216, 2010.

SILVA, J.F.C. Metodologias para determinação de exigências nutricionais em ovinos. In: SILVA SOBRINHO, A.G.; BATISTA, A.M.V.; SIQUEIRA, E.R.; ORTOLANI, E.L.; SUSIN, I.; SILVA, J.F.C.; TEIXEIRA, J.C.; BORBA, M.F.S. (Ed.). **Nutrição de ovinos**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. p.1-68.

SIQUEIRA, E.R. Recria e terminação de cordeiros em confinamento. In: SILVA SOBRINHO, A.G.; BATISTA, A.M.V.; ORTOLANI, E.L.; SUSIN, I.; SILVA, J.F.C.; TEIXEIRA, J.C.; BORBA, M.F.S. (Ed.). **Nutrição de ovinos**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. p.175-212.

SNOWDER, G.D.; DUCKETT, S.K. Evaluation of the South African Dorper as a terminal sire breed for growth, carcass, and palatability characteristics. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.81, n.2, p.368-375, 2003.

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

SOUZA, V.G.D.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.D.C.; RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, D.H.; CECON, P.R.; SILVA, B.C.D. Efeito da substituição de feno de capim-tifton 85 por silagem de milho no consumo, na digestibilidade dos nutrientes e no desempenho de novilhos mestiços Limousin. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.5, p.2172-2178, 2006.

ST-PIERRE, N.R. Invited review: Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.84, n.4, p.741-755, 2001.

SUSENBETH, A.; AIPLE, K.P.; LANG, G.U.; MAYER, R. Effect of forage quality and particle size on voluntary feed intake and chewing activities of oxen. **Annales de Zootechnie**, Versailles, v.44, n.Special Suppl., p.251, 1995.

SUSENBETH, A.; MAYER, R.; KOEHLER, B.; NEUMANN, O. Energy requirement for eating in cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.76, n.10, p.2701-2705, 1998.

TEDESCHI, L.O. Assessment of the adequacy of mathematical models. **Agricultural Systems**, Essex, v.89, n.2/3, p.225-247, 2006.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; GUIROY, P.J. A decision support system to improve individual cattle management. 1. A mechanistic, dynamic model for animal growth. **Agricultural Systems**, Essex, v.79, n.2, p.171-204, 2004.

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

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; MCALLAN, A.B.; FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.48, n.3/4, p.185-197, 1994.

THERIEZ, M.; CASTRILLO, C.; VILLETTE, Y. Influence of metabolizable energy content of the diet and of feeding level on lamb performances II. Utilization of metabolizable energy for growth and fattening. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.9, n.4, p.487-500, 1982.

TOLKAMP, B.J. Efficiency of energy utilisation and voluntary feed intake in ruminants. **Animal**, Cambridge, v.4, n.7, p.1084-1092, 2010. (Special Issue)

TOLKAMP, B.J.; EMMANS, G.C.; KYRIAZAKIS, I. Body fatness affects feed intake of sheep at a given body weight. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.84, n.7, p.1778-1789, 2006.

TURGEON, O.A.; SZASZ, J.I.; KOERS, W.C.; DAVIS, M.S.; VANDER POL, K.J. Manipulating grain processing method and roughage level to improve feed efficiency in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.88, n.1, p.284-295, 2010.

VERMOREL, M.; BICKEL, H. Utilisation of feed energy by growing ruminants. **Annales de Zootechnie**, Versailles, v.29, n.Hors-série, p.127-143, 1980.

WALLACE, R.J.; FALCONER, M.L.; BHARGAVA, P.K. Toxicity of volatile fatty-acids at rumen pH prevents enrichment of escherichia-coli by sorbitol in rumen contents. **Current Microbiology**, New York, v.19, n.5, p.277-281, 1989.

WESTON, R.H. Constraints on feed intake by grazing sheep. In: FREER, M.; DOVE, H. (Ed.). **Sheep Nutrition**. Wallingford, UK: CABI Publishing, 2002. p.27-49.

WILLIAMS, C.B.; JENKINS, T.G. A dynamic model of metabolizable energy utilization in growing and mature cattle. II. Metabolizable energy utilization for gain. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.81, n.6, p.1382-1389, 2003.

WRIGHT, T.C.; MASS, J.A.; MILLIGAN, L.P. Interactions between protein and energy metabolism. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Ed.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2nd ed. Wallingford: CAB International, 2005. p.399-420.