UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

INGRID HARUMI DE SOUZA FUZIKAWA

**Exigências nutricionais de energia e proteína para manutenção e ganho de peso
em cordeiros de sete grupos genéticos**

Pirassununga

2020

INGRID HARUMI DE SOUZA FUZIKAWA

**Exigências nutricionais de energia e proteína para manutenção e ganho de peso
em cordeiros de sete grupos genéticos**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências do programa de pós-graduação em Zootecnia

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientadora: Profa. Dra. Angélica Simone Cravo Pereira

Co-orientadora: Dra. Wignez Henrique

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

d996e   de Souza Fuzikawa, Ingrid Harumi
Exigências nutricionais de energia e proteína
para manutenção e ganho de peso em cordeiros de sete
grupos genéticos / Ingrid Harumi de Souza Fuzikawa
; orientador Angélica Simone Cravo Pereira ;
coorientador Wignez Henrique. -- Pirassununga, 2020.
72 f.

Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia
de Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. Abate comparativo. 2. Cruzamento. 3.
Eficiência. 4. Energia líquida. 5. Proteína
metabolizável. I. Cravo Pereira, Angélica Simone ,
orient. II. Henrique, Wignez, coorient. III. Título.

Para duas pessoas que amo e
mesmo em outro plano continuam
em minha vida:
meu amigo de infância Lucas Pardo (*in memoriam*)
e minha Tia Yuliko Hassunuma (*in memoriam*)
que não teve a oportunidade de estudar.

Dedico

Aos meus pais Leila e Mario e
meus irmãos Mitsugo e
Hugo por sempre apoiarem
meus sonhos.

Ofereço

“Convencido disso sei que vou permanecer e continuar com todos vocês.”

Filipenses 1:25

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pois sempre me ampara e fortalece, meu melhor amigo e conselheiro e pelas bênçãos que recebo a cada dia.

Aos meus pais Leila e Mario que sempre me apoiaram e insistiram em mim quando eu mesma quis desistir, e aos meus irmãos Mitsugo e Hugo pelos momentos de alegrias quando tudo parecia estar tão difícil, amo vocês.

A toda minha família que sempre esteve presente, me incentivando para concluir mais uma etapa da minha vida.

Aos amigos de longas datas e também aos que fiz no doutorado: Messy, Verônica, Amanda Lapa, Renata Pavan, Renata de Freitas, Paula, Daniella, Carla, Amandinha e Thais por estarem presentes em todos os momentos da minha vida e sempre em meu coração.

A minha orientadora Prof.^a Dr^a. Angélica Simone Cravo Pereira, pela oportunidade e ensinamentos e pela parceria do projeto para eu conseguir o sonhado doutorado.

A minha co-orientadora Dr^a Wignez Henrique, que proporcionou grandes conhecimentos e amadurecimento e principalmente por não medir esforços para conduzir de todo o experimento e análises.

A Dr^a Gabriela Aferri, por todos os ensinamentos científicos e pessoais, por estar sempre do meu lado, mesmo nos dias mais difíceis se fez presente e ter me acolhido como uma mãe recebe uma filha.

Ao Dr Maurício Mello de Alencar pela oportunidade de fazer parte de um Plano de Ação de um Projeto Temático financiado pela FAPESP e executado na Embrapa Pecuária Sudeste.

Ao Dr Sérgio Novita Esteves por todo apoio recebido durante a execução do confinamento.

A toda equipe de funcionários e estagiários da Embrapa Pecuária Sudeste, não citarei nomes, pois seria injusto da minha parte esquecer alguém, obrigada por toda ajuda e por tornar possível a realização de toda fase experimental.

Ao Dr Emanuel Oliveira, a Dr^a Fabiane de Souza Costa e a Heloisa Fidelis pela ajuda no dia a dia do confinamento e até mesmo no preparo das numerosas amostras para análises pós-confinamento.

Ao José Aparecido (Muzambinho) e Joaquim do Nascimento (Maquina) por me ajudarem no processamento das amostras do abate e altas risadas para descontrair.

A equipe do Laboratório da Ciência da Carne (LCC) pelas experiências compartilhadas, as “Angeliquetes (o)”: Maísa, Joyce, Adrielle, Lenise, Tamyres, Jéssica, Taiane, Gabriela, Pollyana, Julian e por fim a Mariana por ter aceitado realizar as minhas análises mesmo ainda sem me conhecer e que proporcionou amizade sincera.

Aos funcionários da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios de São José do Rio Preto que sempre me ajudaram fisicamente ou com uma palavra amiga.

A toda equipe do Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) da Universidade de São Paulo (USP), por sempre estarem dispostos a me ajudar com as amostras que foram analisadas.

A FZEA pela oportunidade de realizar o doutorado e também aos funcionários da Pós-Graduação pelo suporte em relação às questões burocráticas e pela educação e disponibilidade dedicada aos alunos.

Aos Professores da FZEA e Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da USP que contribuíram para o meu ensinamento profissional e pessoal.

Ao Dr Fernando Sebastián Baldi Rey por ter feito a comparação estatística dos dados.

Aos funcionários, em geral, da FZEA e FMVZ por todos os serviços prestados e também pela boa risada nos momentos cansativos.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

A FAPESP pelo financiamento do projeto de doutorado.

Aos animais, aos quais proporcionam nosso aprendizado.

Enfim agradeço a todos que indireta ou diretamente contribuíram para essa etapa do meu desenvolvimento.

Muito obrigada!!!

A gratidão é a memória do coração!

Antístenes

“Até os jovens se cansam, e os moços
tropeçam e caem; mas os que confiam no
Senhor recebem sempre novas forças.
Voam nas alturas como águias, correm e
não perdem as forças, andam e não se
cansam.”

Isaías 40.30-31

RESUMO

FUZIKAWA. I. H. S. **Exigências nutricionais de energia e proteína para manutenção e ganho de peso em cordeiros de sete grupos genéticos.** 2020. 72f. Tese de Doutorado – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2020.

Objetivou-se determinar as exigências nutricionais de energia e proteína para manutenção e ganho de peso em cordeiros dos grupos genéticos: White Dorper (WD), Texel (T), Ile-de-France (IF), Santa Inês (SI) e seus cruzamentos com a SI como raça materna: $\frac{1}{2}$ WD + $\frac{1}{2}$ SI, $\frac{1}{2}$ T + $\frac{1}{2}$ SI e $\frac{1}{2}$ IF + $\frac{1}{2}$ SI. Foram utilizados 218 machos não castrados com idade média de 90 dias, alimentados em sistema de confinamento individual por 42 dias, para obtenção de diferentes composições corporais por meio de técnica do abate comparativo. Os animais foram adaptados à dieta, instalações e ao manejo de 21 dias, com alimento à vontade. Após esse período, oito cordeiros de cada grupo genético foram abatidos para determinar a composição corporal inicial. Os demais animais foram distribuídos em blocos ao acaso em três níveis de ingestão de alimento: *ad libitum*, 75 g ou 63 g de matéria seca/kg de peso metabólico. Em seguida, os ovinos foram abatidos para obter a composição corporal final para calcular as exigências de energia e proteína, metabolizável e líquida, para manutenção e ganho de peso. Os valores determinados entre os grupos genéticos avaliados para energia metabolizável de manutenção variaram de 76,83 a 87,91 kcal/kg de peso de corpo vazio metabólico ($PCVz^{0,75}$) e para energia líquida de manutenção de 59,46 a 68,47 kcal /kg $PCVz^{0,75}$. Para proteína metabolizável de manutenção (PM_m) os valores determinados ficaram entre 3,17 a 3,82 g/kg $PV^{0,75}$ e para proteína líquida de manutenção (PL_m) entre 2,10 a 2,65 g/kg $PV^{0,75}$. Os valores determinados para exigência nutricional de energia e proteína, tanto para manutenção como para ganho de peso, dos grupos avaliados foram diferentes da literatura, destacando que entre os diferentes grupos não houveram diferença nas exigências de manutenção.

Palavras-chave: Abate comparativo. Cruzamento. Eficiência. Energia líquida. Proteína metabolizável. Restrição alimentar.

ABSTRACT

FUZIKAWA. I. H. S. **Energy and protein nutritional requirements for maintenance and weight gain in seven genetic groups lambs.** 2020. 72f. Tese de Doutorado – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2020.

The objective was to determine the nutritional requirements of energy and protein for maintenance and weight gain in lambs of the genetic groups: White Dorper (WD), Texel (T), Ile-de-France (IF), Santa Ines (SI) and their crosses with SI as a maternal race: $\frac{1}{2}$ WD + $\frac{1}{2}$ SI, $\frac{1}{2}$ T + $\frac{1}{2}$ SI and $\frac{1}{2}$ IF + $\frac{1}{2}$ SI. 218 non-castrated males with an average age of 90 days were used, fed in an individual feedlot system for 42 days, to obtain different body compositions using the comparative slaughter technique. The animals were adapted to the diet, facilities and 21-day management, with free food. After that period, eight lambs from each genetic group were slaughtered to determine the initial body composition. The other animals were randomly divided into three levels of food intake: ad libitum, 75 g or 63 g of dry matter/kg of metabolic weight. Then, the sheep were slaughtered to obtain the final body composition to calculate the energy and protein requirements, metabolizable and liquid, for maintenance and weight gain. The values determined between the genetic groups evaluated for metabolizable energy of maintenance ranged from 76.83 to 87.91 kcal/kg of metabolic empty body weight (PCV_{0.75}) and for net maintenance energy from 59.46 to 68.47 kcal/kg PCV_{0.75}. For metabolizable maintenance protein (MP_m) the values determined were between 3.17 to 3.82 g/kg PV_{0.75} and for liquid maintenance protein (NP_m) between 2.10 to 2.65 g/kg PV_{0.75}. The values determined for the nutritional requirement of energy and protein, both for maintenance and for weight gain, of the groups evaluated were different from the literature, highlighting that between the different groups there was no difference in the maintenance requirements.

Key-words: Comparative slaughter. Crossbreeding. Efficiency. Food restriction. Metabolizable protein. Net energy.

LISTA DE TABELAS – Artigo 1
DETERMINAÇÕES DAS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA PARA
MANTENÇA E GANHO DE PESO EM CORDEIROS DE SETE GRUPOS
GENÉTICOS

Tabela 1 - Ingredientes e composição química da dieta expressos na matéria seca

Tabela 2 - Composição química, em porcentagem, do corpo vazio dos ovinos-referência de sete grupos genéticos

Tabela 3 - Equação do peso de corpo vazio inicial (PCVzI) em função do peso do corpo em jejum (PCj) para os sete grupos genéticos

Tabela 4 - Composição do corpo vazio final dos ovinos de sete grupos genéticos em três ganhos estimados, confinados por 42 dias

Tabela 5 - Equação de regressão do logaritmo da produção de calor (LogPC) em função da ingestão de energia metabolizável diária (IEM, kcal) em cordeiros de sete grupos genéticos

Tabela 6 - Exigências de energia líquida (EL_m) e metabolizável (EM_m) para manutenção (kcal/kg PCVz^{0,75}) em cordeiros de sete grupos genéticos

Tabela 7- Equação de predição da exigência de energia líquida para ganho (EL_g) em cordeiros de sete grupos genéticos

Tabela 8 - Predição da exigência de energia líquida (EL_g) para diferentes pesos e taxas de ganho de peso em cordeiros dos sete grupos genéticos

Tabela 9 - Predição da exigência de energia metabolizável de ganho (EM_g) para diferentes pesos e taxas de ganho de peso em cordeiros dos sete grupos genéticos

Tabela 10 - Eficiência de uso de energia para manutenção (k_m) e ganho de peso (k_g) para cordeiros de sete grupos genéticos

LISTA DE TABELAS – Artigo 2

DETERMINAÇÕES DAS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE PROTEÍNA PARA MANTENÇA E GANHO DE PESO EM CORDEIROS DE SETE GRUPOS GENÉTICOS

- Tabela 1 - Ingredientes e composição química da dieta expressos na matéria seca
- Tabela 2 - Composição química, em porcentagem, do corpo vazio dos ovinos-referência de sete grupos genéticos
- Tabela 3 - Equação do peso de corpo vazio inicial (PCVzI) em função do peso do corpo em jejum (PCj) para os sete grupos genéticos
- Tabela 4 - Composição do corpo vazio final dos ovinos de sete grupos genéticos em três ganhos estimados, confinados por 42 dias
- Tabela 5 - Equação de regressão da ingestão de proteína metabolizável (IPM) em função do ganho de peso diário (GPD) de cordeiros de sete grupos genéticos
- Tabela 6 - Exigência de proteína metabolizável (PM_m) e líquida (PL_m) para manutenção (g/kg $PV^{0,75}$) e proteína metabolizável (PM_g) e líquida (PL_g) para ganho de peso (g/100 g) em cordeiros de sete grupos genéticos
- Tabela 7 - Predição da exigência de proteína metabolizável (PM_g) para diferentes pesos e taxas de ganho de peso de cordeiros dos sete grupos genéticos
- Tabela 8 - Predição da exigência de proteína líquida (PL_g) para diferentes pesos e taxas de ganho de peso de cordeiros dos sete grupos genéticos
- Tabela 9 - Eficiência de uso de proteína para manutenção (k_{pm}) e ganho de peso (k_{pg}) para cordeiros dos sete grupos genéticos

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARCO	Associação Brasileira de Criadores de Ovinos
°C	Grau Celsius
½ IF + ½ SI	Cruzamentos da raça materna Santa Inês com a raça paterna Ile de France
½ T + ½ SI	Cruzamentos da raça materna Santa Inês com a raça paterna Texel
½ WD + ½ SI	Cruzamentos da raça materna Santa Inês com a raça paterna White Dorper
AFRC	Agricultural and Food Research Council
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists
ARC	Agricultural Research Council
Cfa	Classificação climática: úmido em todas as estações e verão quente
CNF	Carboidrato não fibroso
EB	Energia bruta
ED	Energia digestível
EE	Extrato etéreo
EL	Energia líquida
EL _g	Energia líquida para produção ou ganho
EL _m	Energia líquida de manutenção
EM	Energia metabolizável
EM _g	Energia metabolizável para ganho de peso
EM _m	Energia metabolizável de manutenção
ER	Energia retida
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FDN _{cp}	Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína
FDNe	Fibra em detergente neutro efetivo
FZEA	Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
g	Gramas
GG	Grupo genético
GPCV _z	Ganho diário de peso de corpo vazio
GPD	Ganho de peso diário
IEM	Ingestão de energia metabolizável
IF	Ile de France

IPM	Ingestão de proteína metabolizável
kcal/kg	Quilocalorias por quilo
k_g	Eficiência de uso da energia para ganho de peso
kg	Quilogramas
k_m	Eficiência de uso da energia para manutenção
k_{pg}	Eficiência de uso da proteína para ganho de peso
k_{pm}	Eficiência de uso da proteína para manutenção
Log PC	Logaritmo da produção de calor
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Alimentos Abastecimento
Mcal	Megacalorias
ml	Mililitros
MM	Matéria mineral
MS	Matéria seca
NDT	Nutrientes digestíveis totais
NA	Nível de alimentação
NRC	National Research Council
PB	Proteína bruta
PBmicrobiana	Proteína bruta microbiana
PC	Produção de calor
PCj	Peso do corpo em jejum
$PC_{rec}^{0,75}$	Peso do corpo reconstituído metabólico
$PCV_z^{0,75}$	Peso de corpo vazio metabólico
PCVzF	Peso do corpo vazio final
PCVzI	Peso do corpo vazio inicial
PD	Proteína digestível
PL_g	Proteína retida para produção ou ganho
PL_m	Proteína líquida para manutenção
PM	Proteína metabolizável
PM_g	Proteína metabolizável de ganho de peso
PM_m	Proteína metabolizável de manutenção
$PM_{microbiana}$	Proteína metabolizável microbiana
$PV^{0,75}$	Peso vivo metabólico
R^2	Coeficiente de determinação

SI	Santa Inês
T	Texel
TGI	Trato gastrointestinal
USP	Universidade de São Paulo
WD	White Dorper

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Raças ovinas e cruzamentos.....	16
2.2 Metodologias das exigências nutricionais	18
2.3 Exigências nutricionais de energia e proteína.....	19
3 OBJETIVOS	23
3.1 Objetivo geral.....	23
3.2 Objetivos específicos	23
4 HIPÓTESE	24
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
CAPÍTULO 2	32
DETERMINAÇÕES DAS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA PARA MANTENÇA E GANHO DE PESO EM CORDEIROS DE SETE GRUPOS GENÉTICOS	32
RESUMO.....	33
Introdução.....	35
Material e métodos	35
Local	35
Animais e alimentação.....	36
Amostragem, determinação da digestibilidade da dieta e abate	37
Análises químicas.....	39
Determinação da exigência de energia	40
Análises estatísticas	40
Resultados.....	41
Discussão	45
Conclusões.....	48

CAPÍTULO 3	53
DETERMINAÇÕES DAS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE PROTEÍNA PARA MANTENÇA E GANHO DE PESO EM CORDEIROS DE SETE GRUPOS GENÉTICOS	53
RESUMO.....	54
Introdução.....	56
Material e métodos	56
Local	56
Animais e alimentação.....	57
Amostragem, determinação da digestibilidade da dieta e abate	58
Análises químicas.....	60
Determinação da exigência de proteína.....	60
Resultados.....	61
Discussão	65
Conclusões.....	68
Referências	69
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1 INTRODUÇÃO

A criação de ovinos é uma importante atividade econômica no agronegócio brasileiro, devido à facilidade na criação, a diversidade de raças adaptadas e por ser praticada em todo Brasil como fonte de renda e subsistência (ALVES et al., 2014; RIBEIRO e GONZÁLEZ-GARCÍA, 2016; COELHO et al., 2017).

Em 2012 o rebanho nacional era composto por mais de 16 milhões de cabeças de ovinos, em 2017 somava-se mais de 17 milhões de animais (FAO, 2020) e a estimativa em 2018 foi de 19 milhões de cabeças (CNA, 2020). Esses dados concretizam a expansão dessa atividade pelo País nos últimos anos.

A indústria da carne ovina tem-se desenvolvido em todo território nacional, e na região Sudeste, os estados de São Paulo e Minas Gerais destacam-se com o crescimento do rebanho ovino que vem atrelado à instalação das indústrias de abate e, também, por serem grandes centros consumidores da carne ovina (GUIMARÃES; SOUZA, 2014; SOUZA et al., 2016).

O Brasil possui diferentes raças de ovinos, lanados e deslanados, que são criadas nas diversas condições climáticas do país (MACEDO, 2014; SELAIVE-VILARROEL, 2014). Há raças, que atendem um único propósito de produção, seja carne, leite ou lã, ou ainda raças que se tornam opção para sistemas de cruzamentos por terem a superioridade comprovada nas características de produção (FURUSHO-GARCIA; PEREZ; OLIVEIRA, 2000; SOUSA; LEITE, 2000; SOUSA; LOBÔ; MORAIS, 2003).

A utilização de cordeiros, com base em cruzamento com raças locais podem melhorar as características de desempenho dos rebanhos. Por essa razão, os criadores utilizam a técnica de cruzamentos de animais adaptados localmente com genótipos exóticos melhorados para aprimorar o potencial genético dos seus filhos (ISSAKOWICZ et al., 2018). E dessa forma verificar a necessidade de ajustar o plano nutricional dos animais de diferentes grupos genéticos (MARCONDES et al., 2011). Consequentemente, espera-se efeito de grupo genético nas exigências de ovinos, assim como já foi averiguado para bovinos (CANNAS et al., 2004).

As exigências nutricionais de ovinos podem ser influenciadas por fatores como: genótipo, categoria (sexo e idade), nível de atividade, condições ambientais, entre outros (NRC, 2007). A nutrição um dos principais fatores que promove a eficiência e viabilidade da produção animal (COSTA et al., 2018), estudos para determinar as exigências nutricionais de ovinos são fundamentais para obter informações de exigência nutricionais para cada grupo de animais sobre a ingestão de água, energia, proteína, minerais e vitaminas – e suprir as necessidades em

cada fase de produção (PIRES; SILVA; SANCHEZ, 2000; ALBERTINI et al., 2015).

A formulação de dietas no Brasil para ovinos de corte é feita utilizando-se tabelas de exigências nutricionais desenvolvidas em outros países e, embora com poucos estudos, as exigências nutricionais em regiões tropicais e quentes têm-se mostrado diferentes das exigências em regiões de clima temperado (SALAH; SAUVANT; ARCHIMÈDE, 2014). Logo, o maior número de informações sobre as exigências nutricionais de diferentes grupos genéticos de ovinos criados nas diversas regiões brasileiras contribuirá para a formação de banco de dados nacional e desta forma permitirá que estes dados integrem as tabelas de exigências nutricionais (GONZAGA NETO et al., 2005; RESENDE et al., 2008; REGADAS FILHO et al., 2011ab; COSTA et al., 2013; SILVA, 2014; RODRIGUES et al., 2016).

Contudo, é importante compreender as exigências nutricionais de cordeiros para melhorar as estratégias da alimentação dos mesmos e, conseqüentemente, reduzir os custos com formulações de dietas (PEREIRA et al., 2017). Vale ressaltar que a dieta é um ponto chave, que está ligada diretamente ao consumo pois se estiver algum erro em sua formulação o consumo de nutrientes pelos animais estará afetado, comprometendo assim a produtividade e a economicidade da atividade, podendo inclusive prejudicar a saúde dos animais (NRC, 1985; CHOWDHURY; ØRSKOV, 1997; SILVA, 2014). E também se a dieta tiver excesso de nutrientes, haverá problemas fisiológicos, como aumento da excreção urinária e fecal, que pode escoar para o meio ambiente e prejudicar, a longo tempo, a sustentabilidade ambiental da produção além do problema da produtividade e economia da atividade como já citado anteriormente junto com o prejuízo da saúde do animal (NRC, 2007; GALVANI et al., 2009).

Portanto, compreender as exigências nutricionais de ovinos é necessário para garantir a rentabilidade e eficiência da ovinocultura, além de reduzir o acúmulo de resíduos para o ambiente (CHAY-CANUL et al., 2016; MA et al., 2016).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Raças ovinas e cruzamentos

Existem vários princípios para classificação dos ovinos, sendo o mais geral deles baseado no tipo de produto obtido do ovino, ou seja, sua aptidão: carne, lã, leite ou mista (MACEDO, 2014). Dentro de cada grupo de aptidão existem diversas raças, com origem em regiões distintas do mundo, selecionadas para atender as demandas locais. O critério de raça pode ser definido como um grupo de animais que apresenta característica similar com a capacidade de transmitir essas particularidades aos seus descendentes (MACEDO, 2014).

Na década de 1990, no Brasil, as raças que eram utilizadas apenas para produção de lã foram redirecionadas o seu uso para produção carne, utilizando essas raças lanadas para cruzamentos, época marcada pela crise internacional de lã (McMANUS; PAIVA; ARAÚJO, 2010). A partir do ano 2000, a ovinocultura brasileira voltou-se para a produção de carne dispondo-se da variedade de raças bem adaptadas às condições de seu território (MACEDO, 2014).

De forma geral, as raças criadas no Brasil são divididas em dois grupos principais: raças lanadas e deslanadas. O primeiro é comumente criado para produção de lã e/ou carne, antes criado na região sul, onde a temperatura durante o inverno é consideravelmente menor que a média do resto do país (média em torno de 18°C). Já, o grupo deslanado que foi criado no Nordeste, onde a média de temperatura é geralmente alta (média superior a 28°C), e os animais são destinados principalmente para produção de carne e também para pele (RIBEIRO; GONZÁLEZ-GARCÍA, 2016). Sejam as raças lanadas ou deslanadas, são atualmente difundidas pelo Brasil.

A Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO), contabiliza a existência de 31 raças ovinas cadastradas com padrões fenotípicos bem definidos e aprovados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Alimentos Abastecimento (RIBEIRO; GONZÁLEZ-GARCÍA, 2016; MAPA; ARCO, 2020). No Brasil existem as raças brasileiras e outras que são consideradas exóticas (ARCO, 2020).

A raça Santa Inês nativa do Nordeste brasileiro é composta por animais deslanados de pequeno ou médio porte, criados principalmente para produção de carne, apresentam boa capacidade reprodutiva e possuem alta tolerância ao calor (SELAIVE-VILLAROEL, 2014). É uma raça conhecida por produzir pele de excelente qualidade com alta demanda para o comércio de roupas, sendo bem distribuída e reconhecida no Brasil (JACINTO et al., 2004; McMANUS; PAIVA; ARAÚJO, 2010; McMANUS et al., 2013).

A raça Ile de France foi formada por cruzamentos de raças produtoras de lã, mas os

animais foram selecionados para produção de carne, por isso são considerados de dupla aptidão - 60% carne e 40% lã (ARCO, 2020). Foi originada em uma região de Paris, denominada Ile de France. Pode ser considerada precoce para maturidade fisiológica da carcaça, sendo amplamente utilizada em cruzamentos por melhorar o desempenho de seus filhos (FURUSHO-GARCIA et al., 2004; MACEDO, 2014) e as fêmeas produzem cordeiros em diferentes épocas do ano (ARCO, 2020).

A raça Texel é especializada para produção de carne e é originária da Ilha Texel na Holanda. Os animais apresentam massas musculares volumosas e arredondadas, com precocidade para maturidade fisiológica da carcaça e pouca gordura. Esta raça é utilizada mundialmente como fornecedora de reprodutor terminal em sistemas de cruzamento para produção de carne (GALVANI et al., 2009; MACEDO, 2014; ARCO, 2020). As fêmeas são prolíferas e poliétricas estacionais (MACEDO, 2014; ARCO, 2020).

No sul da África foi desenvolvida a raça Dorper, a partir do cruzamento entre Dorset Horn (pelagem branca) e Blackhead Persian, com o propósito de produzir carne sob as mais variadas condições ambientais daquela região. Como resultados desse cruzamento surgiram dois grupos distintos, os animais que apresentam a pelagem toda branca, denominados de White Dorper e aqueles com o corpo branco e a parte preta indo do pescoço até a cabeça, identificados apenas como Dorper. Estes animais são considerados precoces para maturidade fisiológica da carcaça, por apresentarem velocidade de ganho de peso, conformação e rendimento de carcaça (MACEDO, 2014).

Ainda a raça Dorper é uma das raças exóticas de maior sucesso no Brasil e, juntamente com a Santa Inês, está entre as raças mais conhecidas e distribuídas no Brasil (McMANUS et al., 2013; SOUZA et al., 2016). Sendo que ambas as raças são frequentemente utilizadas em cruzamentos para produzir cordeiros de crescimento rápido para carne (SOUZA et al., 2013; GALLO et al., 2014; GALVANI et al., 2014; SOUZA et al., 2016).

A diversidade de raças ovinas é importante para o desenvolvimento da ovinocultura no País, por possibilitar inúmeros sistemas de cruzamentos e assim aumentar a produtividade, quando comparada à criação de animais puros, ou seja, o cruzamento é uma estratégia que visa à eficiência da produção animal (genótipo x ambiente) juntamente com aumento de renda (SOUZA et al., 2006; LEROY et al., 2016).

O cruzamento é uma prática de acasalamento de indivíduos de raças ou grupamentos genéticos diferentes, cujos produtos são denominados de mestiços e é realizado quando se deseja obter a heterose (NOTTER, 1999; LÔBO; LÔBO; FACÓ, 2014). Heterose ou vigor híbrido é definido como a superioridade da progênie em relação à média dos pais, pois permite

agrupar em um animal as características de duas ou mais raças pela complementariedade e efeitos da diversidade genética (NOTTER, 1999; LÔBO; LÔBO; FACÓ, 2014) e assim incrementar a produção.

O cruzamento também pode ser utilizado como parte dos programas de melhoramento genético, permitindo identificar os grupos genéticos mais eficientes na produção (NOTTER, 1999; LÔBO; LÔBO; FACÓ, 2014), os quais serão utilizados para combinar características de importância econômica com a estimação dos valores genéticos individuais e assim introduzir novas raças (ALENCAR; BARBOSA, 2003; LÔBO; LÔBO; FACÓ, 2014) e tornar-se uma alternativa para impulsionar a produção animal.

As raças Santa Inês e Dorper são exemplos de raças ovinas obtidas de cruzamentos (MACEDO, 2014; ARCO, 2020). Assim, com a utilização dos cruzamentos, espera-se contar com as diferenças genéticas de forma positiva, como alternativa para aumentar os índices de produtividade (SAÑUDO et al., 1997; ALENCAR; BARBOSA, 2003; NASSU et al., 2017) e associar a determinação da exigência nutricional dessa diversidade genética.

2.2 Metodologias das exigências nutricionais

Para determinar as exigências nutricionais é fundamental o conhecimento da composição do corpo do animal, sendo utilizados métodos classificados em: diretos, que avaliam os constituintes químicos e físicos do corpo do animal, ou indiretos, que predizem a composição dos animais por meio de parâmetros de fácil obtenção (CÉSAR; SOUZA, 2007; CUTRIM et al., 2016).

As metodologias diretas são: abate comparativo com a moagem total dos tecidos do animal e em seguida retirada das amostras para análise (LEME et al., 1994; LANNA et al., 1995; ALLEONI et al., 1997; HENRIQUE et al., 2003) e abate comparativo com amostragem proporcional dos tecidos antes da moagem (ESTRADA et al., 1997; PAULINO et al., 1999; JORGE et al., 2000; FERREIRA et al., 2001; HENRIQUE et al., 2003).

Em relação às metodologias indiretas pode-se utilizar: ultrassonografia *in vivo*, calorimetria, gravidade específica, impedância bioelétrica, óxido de deutério e componentes do corte das 9-10-11^a costelas (RIBEIRO, 2014; SILVA, 2014). Dentre os métodos citados, aqueles que mais se destacam são: o método calorimétrico e o abate comparativo que estimam o uso dos nutrientes pelos animais (SILVA, 2014).

Tanto o método calorimétrico como o abate comparativo requerem instalação específica de pesquisa e demandam uma grande quantia de recursos financeiros para realização dos

experimentos, fatores que limitam a conduta desse tipo de pesquisa (JAYANEGARA et al., 2017), além de longo tempo para obtenção e geração de dados dentre diferentes experimentos de exigências nutricionais com precisão e confiabilidade, seja de energia ou de proteína (JAYANEGARA et al., 2017).

O método calorimétrico consiste na utilização da câmara de respiração para medir: trocas gasosas, produção de calor durante o jejum e perda de energia pela urina e produção de metano no nível de manutenção da alimentação dos animais (DONG et al., 2015; JAYANEGARA et al., 2017).

Já a técnica do abate comparativo descrita por Lofgreen e Garret em 1968 segue o seguinte procedimento (LOFGREEN; GARRET, 1968): inicialmente os animais são adaptados às instalações e ao manejo; então, um grupo de animais pré-determinados são abatidos, denominados de animais referência por representar a composição corporal inicial. Os demais animais são mantidos em ensaio de alimentação para a produção de diferentes composições corporais até o momento do abate. Sendo dessa forma, possível, quantificar a deposição de cada nutriente.

O abate comparativo é o método direto mais utilizado nos estudos de exigências nutricionais, pela eficiência em determinar a concentração dos nutrientes corporais em água, proteína, gordura e minerais, ou seja, determinar as exigências nutricionais em condições semelhantes das quais os animais são criados, sendo uma metodologia trabalhosa em função da necessidade de moagem de todos os tecidos corporais após o abate e inviabilizar as carcaças (LEME et al., 2000; FONTES et al., 2005; SILVA, 2014; BARCELOS et al., 2019).

A composição química corporal de um animal é resultante de influências ambientais e hereditárias. Pesquisas relacionadas às composições corporais e exigências nutricionais, envolvendo diferentes raças em um mesmo ambiente possibilitam novos modelos para determinações nutricionais e a utilização dos alimentos nos variados sistemas de produção (FOX; BLACK, 1984; LANNA et al., 1997; GOULART, 2006).

2.3 Exigências nutricionais de energia e proteína

Nos experimentos de abate comparativo, determina-se diretamente a energia retida (ER) pela diferença da composição corporal de animais abatidos no início e no fim de um período experimental pré-definido. A partir disso, é possível estimar a produção de calor (PC) originada dos processos digestivos e metabólicos (MARCONDES et al., 2010), que é obtida pela diferença entre ingestão de energia metabolizável e a ER (RESENDE et al., 2006).

A energia é representada das seguintes formas: energia bruta (EB), energia digestível

(ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida (EL) (FERREL, 1988; RESENDE; TEIXEIRA; FERNANDES, 2006; MARCONDES et al., 2010).

A EB é a energia liberada na forma de calor quando uma substância orgânica é completamente oxidada a dióxido de carbono e água. Essa energia só é analisada em laboratório com bomba calorimétrica e é uma forma de energia que não indica sua disponibilidade para o animal (RESENDE; TEIXEIRA; FERNANDES, 2006; MARCONDES et al., 2010).

A ED é obtida pela diferença entre a EB consumida e a excretada nas fezes, sendo determinada em ensaios de digestibilidade. A EM é obtida descontando-se da ED as perdas energéticas na forma de urina e gases. A EL é definida como EM menos as perdas por incremento calórico e está disponível para os processos de manutenção e fins produtivos (RESENDE; TEIXEIRA; FERNANDES, 2006; MARCONDES et al., 2010).

A energia líquida de manutenção (EL_m) inclui energia do metabolismo basal que é a mínima produção de calor para os processos vitais de um animal saudável, em jejum, com conforto térmico e em repouso (RESENDE; TEIXEIRA; FERNANDES, 2006; NRC, 2007).

Quando a energia disponível está além da necessidade de manutenção para o animal, esse excesso será dispendido para os processos produtivos como crescimento, engorda, lactação, reprodução e produção de lã (RESENDE; TEIXEIRA; FERNANDES, 2006; NRC 2007).

Essa separação da energia líquida de manutenção (EL_m) e energia líquida para produção ou ganho (EL_g) é estritamente teórica pois no animal os processos estão inter-relacionados e tal separação ocorre para facilitar mensuração (RESENDE; TEIXEIRA; FERNANDES, 2006; NRC 2007). A EL_g é a própria energia depositada no ganho (LOFGREEN; GARRET, 1968).

As exigências de proteína são determinadas por abordagens fatoriais. Considerando-se para manutenção a proteína metabolizável (PM) como forma mais apropriada para determinação das exigências, justificando-se pela evolução dos sistemas de exigências nutricionais para ruminantes e por indicar a proteína disponível para ser absorvida no intestino, na forma de aminoácidos (ROTTA et al., 2016).

Inicialmente a exigência de proteína foi expressa em proteína bruta (PB) e proteína digestível (PD), sendo que a PB não diferencia as exigências dos microrganismos ruminais e do animal (REGADAS FILHO et al., 2011b). Os sistemas nutricionais para ovinos especificam a exigência proteica como proteína metabolizável (PM), contendo proteína bruta microbiana sintetizada no rúmen e proteína não degradada no rúmen, ou seja, é resultado da soma das frações microbianas e dietética (WILKERSON et al., 1993; NRC, 2007).

Na exigência de proteína líquida para manutenção (PL_m) consideram-se as perdas de nitrogênio nas fezes, na urina e também na descamação da pele. A exigência de proteína para

produção ou ganho (PL_g) são os compostos nitrogenados utilizados para deposição de tecidos corporais ou secretados no leite (NRC, 2007; ROTTA et al., 2016).

Nos sistemas de produção animal, a proteína é o nutriente mais oneroso na alimentação, por esse motivo, a compreensão precisa da sua exigência é necessária para garantir a rentabilidade da atividade e contribuir para redução da emissão do nitrogênio para o meio ambiente (MA et al., 2016). Corriqueiramente as formulações de dietas para ovinos consideram as exigências nutricionais descritas no NRC (2007).

O NRC (2007) é uma publicação empregada mundialmente que apresenta tabelas específicas para ovinos com as quantidades de nutrientes que devem ser fornecidos para cada categoria animal, em cada peso corporal e ganhos de pesos estimados (g/dia).

Por exemplo, para um cordeiro de quatro meses que apresenta maturidade precoce e ganho estimado de 200 g/dia, a recomendação para exigência de energia metabolizável é 1,42 Mcal/dia, a exigência de energia líquida para manutenção é 0,21 Mcal/dia, a energia líquida para ganho de peso é 0,42 Mcal/dia, e necessita de 78 g/dia de proteína metabolizável (NRC, 2007) para suprir suas exigências.

No trabalho de Deng et al. (2017), utilizando cruzamento de machos inteiros Dorper, os autores observaram exigência de PM de 146,1 g/dia e concluíram que a estimativa para PM diferiu das recomendações dos sistemas nutricionais americano e britânico. Ma et al. (2016) avaliaram a exigência para energia de fêmeas cruzadas Dorper desmamadas precocemente e sugeriram que a exigência de energia líquida para manutenção e crescimento para essa categoria foi menor do que as recomendações do AFRC (Agricultural and Food Research Council) e NRC (National Research Council).

Posteriormente, Ma et al. (2017) estudaram as exigências de proteína para manutenção e ganho de peso em cordeiros Dorper desmamados precocemente e indicaram que tais exigências foram menores em relação às recomendações do AFRC e NRC. Costa et al. (2015) relataram 107,87 g/dia de PM em cordeiros Morada Nova e Regadas Filho et al. (2011a) verificaram 52,64 g/dia de PM para ovinos Santa Inês.

No Brasil, Costa et al. (2013) observaram para machos inteiros da raça Morada Nova exigência de EL_m de 52,36 kcal/kg de $PCVz^{0,75}$ /dia, sendo que $PCVz^{0,75}$ é o peso metabólico do corpo vazio. Silva et al. (2003) descreveram 73,50 kcal/kg de $PCrec^{0,75}$ /dia ($PCrec^{0,75}$ é o peso do corpo reconstituído) para cordeiros castrados Santa Inês. Para EL_g , Rodrigues et al. (2016) encontraram valores de 0,55 Mcal/dia para ovinos da região semiárida do Brasil, e Galvani et al. (2008) relataram 0,37 Mcal/dia para mestiços Texel.

A produção de pequenos ruminantes no Brasil utiliza-se de níveis nutricionais

internacionais, seja o sistema inglês, australiano ou americano, isto é, a formulação de dietas e suplementação para ovinos em clima tropical é realizada por recomendações baseadas em sistemas de produção e condições diferentes do País e compromete, muitas vezes, o desempenho animal (GALVANI, 2011). Com a intensificação da ovinocultura no Brasil têm-se a necessidade de melhorar a produção animal com formulações de dietas para ovinos criados em condições brasileiras (SILVA et al., 2010; RODRIGUES et al., 2016).

As pesquisas, com exigência nutricional em ovinos no Brasil, iniciaram-se em meados da década de 90 (GALVANI, 2011) e apesar da escassez de estudos, de acordo com os resultados, as exigências de cordeiros criados em regiões tropicais diferem do que é preconizado pelos comitês internacionais, que possuem clima temperado (GALVANI, 2011; SALAH; SAUVANT; ARCHIMÉDE, 2014), além das diferenças nos ingredientes da alimentação e na qualidade nutricional (SALAH; SAUVANT; ARCHIMÉDE, 2014).

Simultaneamente os resultados achados na literatura são controversos e as recomendações sobre exigência nutricional ainda não foram abordadas estritamente para diferentes raças de ovinos e é provável que haja efeito de grupo genético nas exigências de ovinos, assim como já foi constatado para bovinos (CANNAS et al., 2004; MARTINS et al., 2019).

Além dessa discrepância entre o clima, há variedade de raças existentes, sendo que as equações propostas pelos comitês internacionais foram desenvolvidas, principalmente, a partir de ovelhas de lã criadas em regiões temperadas (NRC, 2007) e nesse contexto as exigências nutricionais para ovinos criados no Brasil podem ser subestimadas ou superestimadas nos vários estágios fisiológicos dos animais (PEREIRA et al., 2018).

O conhecimento das necessidades nutricionais de ovinos (COSTA et al., 2013) é importante para um sistema nutricional bem-sucedido, pois quando os animais são alimentados adequadamente convertem de forma mais eficiente os nutrientes ingeridos (PEREIRA et al., 2014). A formulação da dieta requer informações sobre as exigências nutricionais, tanto para a espécie como para classe dos animais e também sobre cada um dos alimentos utilizados no preparo na dieta (PEREIRA et al., 2016).

Ao utilizar cruzamentos, é necessária maior compreensão das exigências nutricionais permitindo o avanço na nutrição de pequenos ruminantes em ambientes tropicais com utilização de estudos direcionados e dessa forma estabelecer as exigências nutricionais de ovinos (GALVANI et al., 2008; REGADAS FILHO et al., 2013; PEREIRA et al., 2017).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Determinar e comparar as exigências nutricionais de energia e proteína para ovinos de corte, por meio da técnica de abate comparativo.

3.2 Objetivos específicos

Determinar as exigências nutricionais de energia e proteína para cordeiros das raças White Dorper, Ile de France, Texel e Santa Inês e para os cruzamentos da raça materna Santa Inês com as raças paternas White Dorper, Ile de France e Texel.

Determinar as exigências de energia e proteína líquida e metabolizável e a eficiência de uso das mesmas para manutenção e ganho de peso de cordeiros dos grupos genéticos avaliados.

Estabelecer a predição de exigência de energia e proteína por faixa de peso e ganho de peso de cordeiros dos grupos genéticos avaliados.

4 HIPÓTESE

As raças Santa Inês (SI), White Dorper (WD), Ile de France (IF) e Texel (T) e seus cruzamentos: $\frac{1}{2}$ WD + $\frac{1}{2}$ SI, $\frac{1}{2}$ T + $\frac{1}{2}$ SI e $\frac{1}{2}$ IF + $\frac{1}{2}$ SI possuem diferentes exigências nutricionais de energia e proteína para manutenção e ganho de peso.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTINI, T.Z. et al. Exigências nutricionais, ingestão e crescimento de bovinos de corte. In: MEDEIROS, S.R.; GOMES, R.C.; BUNGENSTAB, D.J. (Ed.). **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. Brasília: Embrapa, 2015. p. 107-118.

ALENCAR, M.M; BARBOSA, P.F. Formação de populações compostas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CRUZAMENTO DE BOVINOS, 2003, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2003. p. 39-50.

ALLEONI, G.F. et al. Avaliação da composição química e física dos cortes da costela para estimar a composição química corporal de novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 2, p. 382-390, 1997.

ALVES, L.G.C. et al. Produção de carne ovina com foco no consumidor. Enciclopédia Biosfera, **Centro Científico Conhecer**, v. 10, n. 18, p. 2400-2415, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE OVINOS - ARCO. Padrões raciais. Disponível em: <<http://www.arcoovinos.com.br/index.php/mn-srgo/mn-padroesraciais>>. Acesso: 23 jan. 2020.

BARCELOS, S.S. et al. Energy and protein requirements of woolless sheep under tropical conditions. **Livestock Science**, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.103856>.

CANNAS, A. et al. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 149-169, 2004.

CEZAR, M.F.; SOUSA, W.H. **Carcças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. Uberaba: Editora Agropecuária Tropical, 2007. 147 p.

CHAY-CANUL, A.J. et al. Requerimientos energéticos de ovinos de pelo em las regiones tropicales de Latinoamérica. Revisión. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias**, v.7(1), p.105-125, 2016.

CHOWDHURY, S.A.; ØRSKOV, E.R. Protein energy relationships with particular references to energy under nutrition: A review. **Small Ruminant Research**, v. 26, p. 1-7, 1997.

Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/ovinos_caprinos_balanco_2017.pdf> Acesso: 07 jan. 2020.

COÊLHO, M.D.G. et al. Avaliação do uso de extratos vegetais para controle da hemoncose em ovinos naturalmente infectados. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 2, p. 331-339, 2017.

COSTA, M.R.G.F. et al. Body composition and net energy and protein requirements of Morada Nova lambs. **Small Ruminant Research**, v. 114, p. 206-213, 2013.

COSTA, M.R.G.F. et al. Dietetic requirements and evaluation of a small ruminant nutrition system model in Morada Nova lambs. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1655-1670, 2015.

COSTA, N.G. et al. Net protein and energy requirements for weight gain of Santa Inês and Morada Nova Sheep. **Livestock Science**, v. 214, p. 288–292, 2018.

CUTRIM, D.O. et al. Body composition and energy and protein nutritional requirements for weight gain in Santa Ines crossbred sheep. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, p. 683-688, 2016.

DENG, K.D. et al. Metabolizable protein requirements of Dorper crossbred ram lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 223, p. 149-155, 2017.

DONG, L. F. et al. Comparison of maintenance energy requirement and energetic efficiency between lactating Holstein-Friesian and other groups of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 98, p. 1136-1144, 2015.

ESTRADA, L.H.C. et al. Exigências nutricionais de bovinos não-castrados em confinamento. 1. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 3, p. 575-583, 1997.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. Databases. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>>. Acesso em: 17 fev. 2020.

FERREIRA, M.A. et al. Predição da composição corporal por intermédio de método indireto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 242-246, 2001.

FERREL, C.L. Energy metabolism. In: CHURCH. D. C. (Ed.). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Waveland Press Inc., 1988. p. 250-268.

FONTES, C.A.A. et al. Conteúdo de energia líquida para manutenção e ganho do capim elefante e mudanças na composição corporal de novilhos em pastejo, durante a estação chuvosa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1711-1720, 2005.

FOX, D.G.; BLACK, J.R. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 58, p. 725-739, 1984.

FURUSHO-GARCIA et al. Desempenho de Cordeiros Santa Inês Puros e Cruzas Santa Inês com Texel, Ile de France e Bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1591-1603, 2004.

FURUSHO-GARCIA, I.F.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 casa de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 253-260, 2000.

GALLO, S.B.; MERLIN, F.A.; MACEDO, C.M.; SILVEIRA, R.D.O. Whole grain diet for feedlot lambs. **Small Ruminant Research**, v.120, p. 185-188, 2014.

GALVANI, D. B. et al. Energy requirements of Texel crossbred lambs. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 3480-3490, 2008.

GALVANI, D. B. et al. Protein requirements of Texel crossbred lambs. **Small Ruminant Research**, v. 81, p. 55-62, 2009.

GALVANI, D. B. et al. Energy efficiency of growing ram lambs fed concentrate-based diets with different roughage sources. **Journal of Animal Science**, v.92, p.250-263, 2014.

GALVANI, D.B. **Exigências e eficiência energética e protéica de ovinos Dorper x Santa Inês alimentados com dietas contendo volumosos de valor nutricional distinto**. 133 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2011.

GONZAGA NETO, S. et al. 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.

GOULART, R. **Desempenho, características de carcaça, composição corporal, e exigências líquidas de crescimento de bovinos Nelore e três cruzamentos Bos Taurus x Nelore**. 79 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.

GUIMARÃES, V.P.; SOUZA, J.D.F.N. Aspectos gerais da ovinocultura no Brasil. In: SELAIVE, A.B.; OSÓRIO, J.C.S. **Produção de ovinos no Brasil**. São Paulo: Roca, 2014. cap. 1, p. 03-11.

HENRIQUE, W. et al. Estimativa da composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudes a partir da composição química e física das 9-10-11^a costelas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 709-726. 2003.

ISSAKOWICZ, J. et al. Crossbreeding locally adapted hair sheep to improve productivity and meat quality. **Scientia Agricola**, v. 75, p. 288-295, 2018.

JACINTO, M.A.C. et al. Características anátomo-estruturais da pele de ovinos (*Ovis áries* L.) lanados e deslanados, relacionadas com o aspecto físicomecânico do couro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1001-1008, 2004.

JAYANEGARA, A. et al. Determination of Energy and Protein Requirements of Sheep in Indonesia using a Meta-analytical Approach. **Media Peternakan Journal of Animal Science and Technology**, v.40, p.118-127, 2017.

JORGE, A.M. et al. Utilização de método indireto para predição da composição química corporal de zebuínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1862-1867, 2000.

LANNA, D.P.D. et al. Estimation of carcass and empty body composition of Zebu bulls using the composition of rib cuts. **Scientia Agricola**, v. 52, n. 1, p. 189-197, 1995.

LANNA, D.P.B et al. Características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos em crescimento compensatório. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34.,1997, Juiz de Fora, MG. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, p. 349.

LEME, P.R. et al. Estimativa da composição química corporal de novilhos Nelore através do

espaço de deutério. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 3, p. 441-452, 1994.

LEME, P.R. et al. Substituição do grão de milho por polpa de citros em dietas com diferentes níveis de concentrado. 2. taxas de deposição e composição química corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p. 834-839, 2000.

LEROY, G. et al. Review: Sustainability of crossbreeding in developing countries; definitely not like crossing a meadow.... **Animal**, v.10, p. 262-273, 2016.

LÔBO, N.B.R.; LÔBO, A.M.B.; FACÓ, O. Melhoramento genético de ovinos. In: SELAIVE, A.B.; OSÓRIO, J.C.S. **Produção de ovinos no Brasil**. São Paulo: Roca, 2014. cap. 23, p. 261-307.

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

MA, T. et al. Net protein and metabolizable protein requirements for maintenance and growth of early-weaned Dorper crossbred male lambs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 8, p. 40-49, 2017.

MA, T. et al. Protein requirements of early-weaned Dorper crossbred female lambs. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 16, p. 1138-1144, 2016.

MACEDO, F.A.F. Raças ovinas de clima temperado no Brasil. In: SELAIVE, A.B.; OSÓRIO, J.C.S. **Produção de ovinos no Brasil**. São Paulo: Roca, 2014. cap. 7, p. 49-60.

MARCONDES, M.I. et al. Exigências de energia de animais Nelore puros e mestiços com as raças Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 872-881, 2011.

MARCONDES, M.I. et al. Exigências nutricionais de energia para bovinos de corte. In: VALADARES FILHO, S.C. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados**. 2010. cap. 5, p. 85-111.

MARTINS, A.A. et al. Energy and protein requirements for maintenance of Texel lambs. **Animal**, v.13, p.1865-1873, 2019.

McMANUS, C.; PAIVA, S.R.; ARAÚJO, R.O. Genetics and breeding of sheep in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 236-246, 2010.

McMANUS, C. et al. Geographical distribution of sheep breeds in Brazil and their relationship with climatic and environmental factors as risk classification for conservation. **Brazilian Journal of Science and Technology**, p. 1-3, 2013.

NASSU, R.T. et al. Effect of the genetic group, production system and sex on the meat quality and sensory traits of beef from crossbred animals. **Tropical Animal Health and Production**, v. 49, p. 1289-1294, 2017.

NOTTER, D.R. The importance of genetic diversity in livestock populations of the future.

Journal of Animal Science, Champaign, v. 77, p. 61-69, 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington: National Academy Press, 2007. 384 p.

_____. **Nutrient requirements of sheep**. Washington: National Academy Press, 1985. 100 p.

PAULINO, M.F. et al. Exigências de energia para manutenção de bovinos zebuínos não castrados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 3, p. 621-626, 1999.

PEREIRA, E.S. et al. Body Composition and Net Energy Requirements. **Italian Journal of Animal Science**, v. 13, p. 880-886, 2014.

PEREIRA, E.S. et al. Energy and protein requirements of Santa Ines lambs, a breed of hair sheep. **Journal of Animal Science**, v. 11(12), p. 2165-2174, 2017.

PEREIRA, E.S. et al. Maintenance and growth requirements in male and female hair lambs. **Small Ruminant Research**, v. 159, p. 75-83, 2018.

PEREIRA, E.S. et al. Requirements of protein for maintenance and growth in ram hair lambs. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, p. 1323-1327, 2016.

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**, v. 29, n. 3, p. 853-860, 2000.

REGADAS FILHO, J.G.L. et al. Body composition and net energy requirements for Santa Ines lambs. **Small Ruminant Research**, v. 109, p. 107-112, 2013.

REGADAS FILHO, J.G.L. et al. Efficiency of metabolizable energy utilization for maintenance and gain and evaluation of Small Ruminant Nutrition System model in Santa Ines sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2558-2564, 2011a.

REGADAS FILHO, J.G.L. et al. Composição corporal e exigências líquidas proteicas de ovinos Santa Inês em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 6, p. 1339-1346, 2011b.

RESENDE, K.T.; TEIXERA, I.A.M.A.; FERNANDES, M.H.M.R. Metabolismo de energia. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. cap. 11, p. 311-332.

RESENDE, K.T. et al. Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 161-177, 2008. Suplemento especial

RIBEIRO, F.L.A. **Composição corporal e metodologias para a determinação de exigências nutricionais em cordeiros**. 201465 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

RIBEIRO, E.L.A.; GONZÁLEZ-GARCÍA, E. Indigenous sheep breeds in Brazil: potential role

for contributing to the sustainability of production systems. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, p. 1305-1313, 2016.

RODRIGUES, R.T.S. et al. Energy and protein requirements of non-descript breed hair lambs of different sex classes in the semiarid region of Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, p. 87-94, 2016.

ROTTA, P.P. et al. Exigências de proteína para bovinos de corte. In: VALADARES FILHO, S.C. et al. **Cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados**. 2016. cap. 8, p. 191-220.

SALAH, N.; SAUVANT, D.; ARCHIMÈDE, H. Nutritional requirements of sheep, goats and cattle in warm climates: a meta-analysis. **Journal of Animal Science**, v. 8, p. 1439-1447, 2014.

SAÑUDO, C. et al. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. **Meat Science**, v. 46, n. 4, p. 357-365, 1997.

SELAIVE-VILLAROEL, A.B. Raças ovinas de clima tropical no Brasil. In: SELAIVE, A.B.; OSÓRIO, J.C.S. **Produção de ovinos no Brasil**. São Paulo: Roca, 2014. cap. 8, p. 61-77.

SILVA, A.M.A. et al. 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**, v. 39, n. 1, p. 210-216, 2010.

SILVA, V.L. **Composição corporal e exigências nutricionais de energia de cordeiras Santa Inês durante o crescimento: uso das técnicas do abate comparativo e respirometria**. 2014. 204 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

SILVA, A.M.A. et al. Net requirements of protein and energy for maintenance of wool and hair lambs in a tropical region. **Small Ruminant Research**, v. 49, p. 165-171, 2003.

SOUSA, W.H.; LEITE, P.R.M. **Ovinos de corte: a raça Dorper**. João Pessoa: EMEPA, 2000. 76 p.

SOUSA, W.H.; LÔBO, R.N.B.; MORAIS, O.R. Ovinos Santa Inês: estado de arte e perspectivas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SINCORTE, 2003. p. 501-522.

SOUZA, D.A. et al. Effect of the Dorper breed on the performance, carcass and meat traits of lambs bred from Santa Inês sheep. **Small Ruminant Research**, v.145, p. 76-80, 2016.

SOUZA, D.A. et al. Growth performance, feed efficiency and carcass characteristics of lambs produced from Dorper sheep crossed with Santa Inês or Brazilian Somali sheep. **Small Ruminant Research**, v.114, p.51-55, 2013.

SOUZA, W.H. et al. Estratégias de cruzamentos para produção de caprinos e ovinos de corte: uma experiência da Emepa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO DE CAPRINOS E OVINOS, 1., 2006, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: SEDAP; SEBRAE; INSA; ARCO, 2006. 32 f. 1 CD-ROM.

WILKERSON, V.A. et al. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 2777-2784, 1993.

CAPÍTULO 2

DETERMINAÇÕES DAS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA PARA MANTENÇA E GANHO DE PESO EM CORDEIROS DE SETE GRUPOS GENÉTICOS

DETERMINAÇÕES DAS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA PARA MANTENÇA E GANHO DE PESO EM CORDEIROS DE SETE GRUPOS GENÉTICOS

I.H.S. Fuzikawa^{a*}, A.S.C. Pereira^a, W. Henrique^b, F.S. Costa^b, G. Aferri^c, F. S. B. Rey^d, S. N. Esteves^e, M.M. Alencar^e

^aUniversidade de São Paulo – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, SP 13635900, Brasil;

^bAgência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, São José do Rio Preto, SP 15082200, Brasil;

^cUnidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Jaú, Jaú, SP 17201970, Brasil

^dFaculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, SP 14884-900, Brasil

^eEmbrapa Pecuária Sudeste, São Carlos-SP 13560970, Brasil

*Correspondência: Universidade de São Paulo - FZEA - Pirassununga, SP - Brasil

E-mail: ingrid.fuzikawa@gmail.com (I.H.S. Fuzikawa)

RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar as exigências nutricionais de energia para manutenção e ganho de peso de cordeiros das raças White Dorper (WD), Ile de France (IF), Texel (T), Santa Inês (SI) e seus cruzamentos $\frac{1}{2}$ WD + $\frac{1}{2}$ SI, $\frac{1}{2}$ IF + $\frac{1}{2}$ SI e $\frac{1}{2}$ T + $\frac{1}{2}$ SI. Foram utilizados 218 cordeiros machos, não castrados, com idade média inicial de 90 dias para obtenção de diferentes composições corporais verificadas pela técnica do abate comparativo. Após período de adaptação de 21 dias, 54 cordeiros foram abatidos para determinar a composição corporal inicial dos grupos genéticos. Os animais restantes foram distribuídos em blocos ao acaso, para ganho de peso estimado de 1,5, 0,750 e 0,200 kg/dia, por 42 dias. Análise de regressão foi utilizada para determinar as exigências de energia para cada grupo genético. Os valores determinados entre os grupos genéticos avaliados para energia metabolizável de manutenção variaram de 76,83 a 87,91 kcal/kg de peso de corpo vazio metabólico (PCVz^{0,75}) e para energia líquida de manutenção de 59,46 a 68,47 kcal/kg PCVz^{0,75}. A eficiência de uso da energia para manutenção (k_m) variou de 0,68 a 0,85 e para ganho de peso (k_g) de 0,31 a 0,48. Não houve diferença, entre os diferentes grupos genéticos, para exigência de energia de manutenção, seja metabolizável (EM) ou líquida (EL). Também foram diferentes das reportadas pela literatura e dessa forma reforçam a necessidade de recomendações específicas para uma ovinocultura eficiente em condições tropicais.

PALAVRAS-CHAVES: Abate comparativo. Cruzamento. Eficiência. Energia Líquida. Ovinos. Raças.

NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF ENERGY FOR MAINTENANCE AND WEIGHT GAIN OF LAMBS OF SEVEN GENETIC GROUPS

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the nutritional energy requirements for maintenance and weight gain of lambs of the breeds White Dorper (WD), Ile de France (IF), Texel (T), Santa Ines (SI) and their crosses $\frac{1}{2}$ WD + $\frac{1}{2}$ SI, $\frac{1}{2}$ IF + $\frac{1}{2}$ SI and $\frac{1}{2}$ T + $\frac{1}{2}$ SI. 218 male lambs, not castrated, with an initial average age of 90 days were used to obtain different body composition verified by the technique of comparative slaughter. After an adaptation period of 21 days, 54 lambs were slaughtered to determine the initial body composition of the genetic groups. The remaining animals were distributed in blocks at random, for an estimated weight gain of 1.5, 0.750 and 0.200 kg/day, for 42 days. Regression analysis was used to determine the energy requirements for each genetic group. The values determined between the genetic groups evaluated for metabolizable energy of maintenance ranged from 76.83 to 87.91 kcal/kg of metabolic empty body weight ($PCVZ^{0.75}$) and for net maintenance energy from 59.46 to 68.47 kcal/kg $PCVZ^{0.75}$. The efficiency of energy use for maintenance (k_m) ranged from 0.68 to 0.85 and for weight gain (k_g) from 0.31 to 0.48. There was no difference, between the different genetic groups, for maintenance energy requirement, either metabolizable (ME) or liquid (NE). They were also different from those reported in the literature and thus reinforce the need for specific recommendations for efficient sheep farming in tropical conditions.

KEY WORDS: Breeds. Comparative slaughter. Cross breed. Efficiency. Net energy. Ovine.

Introdução

A exigência de energia em ruminantes pode ser determinada pela técnica do abate comparativo, que consiste em obter a composição corporal dos animais (LOFGREEN; GARRETT, 1968) em proporção de água, proteína, gordura e minerais. Estes componentes são influenciados por fatores como idade, peso, espécie, raça, sexo e nível de ingestão de alimento, diferenciando as necessidades nutricionais de cada categoria animal (GARRETT, 1980; AFRC, 1993; COSTA et al., 2018).

A determinação da exigência associada ao uso de recursos genéticos para expansão dos rebanhos, como fonte de genes para programas de melhoramento (COSTA et al., 2013) pode gerar dados relevantes à rede produtiva. Adicionada à técnica de cruzamento para combinar as características de importância econômica torna-se opção rentável para produzir animais com desempenho maior (SAÑUDO et al., 1997; ALENCAR; BARBOSA, 2003; LÔBO; LÔBO; FACÓ, 2014; NASSU et al., 2017).

Existe ampla variação na exigência de energia para raças puras ou animais mestiços, criados tanto no Brasil como em outros países (DENG et al., 2014; PEREIRA et al., 2014; RODRIGUES, et al., 2016; ZHAO et al., 2016; PEREIRA et al., 2017). Sendo assim, o objetivo desse estudo foi determinar e comparar, as exigências nutricionais de energia metabolizável e líquida para manutenção e ganho de peso em cordeiros de quatro raças, White Dorper (WD), Ile de France (IF), Texel (T) e Santa Inês (SI) e três cruzamentos, $\frac{1}{2}$ WD + $\frac{1}{2}$ SI, $\frac{1}{2}$ IF + $\frac{1}{2}$ SI e $\frac{1}{2}$ T + $\frac{1}{2}$ SI pela técnica do abate comparativo, na região sudeste do Brasil.

Material e métodos

Os procedimentos experimentais realizados foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, São Paulo, Brasil, sob protocolo PRT nº08/2016.

Local

O confinamento foi conduzido na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos, São Paulo, uma região de classificação climática de Köppen-Geiger de Aw (tropical semiúmido caracterizado por verão chuvoso e inverno seco), com temperatura média de 22,7°C.

Os animais foram provenientes do rebanho da Embrapa Pecuária Sudeste, identificados ao nascer e após desmame ocorrido aos 90 dias alocados em baias individuais (1,3 m²) com estrados de madeira removível no piso, cochos individuais e bebedouros para cada duas baias. As baias eram individuais dentro de galpão coberto, com aberturas superiores laterais

protegidas por cortina e com ventiladores/aspersores que eram acionados automaticamente quando a temperatura ambiente de dentro do galpão ultrapassasse de 27 °C e a umidade relativa do ar abaixo de 40%, assim os ventiladores foram acionados 129 vezes e os aspersores 32 vezes.

Animais e alimentação

Foram utilizados 218 cordeiros machos, não castrados com 90 dias de idade, sendo 26 animais da raça Texel (T) e 32 animais de cada um dos seguintes grupos genéticos (GG): White Dorper (WD), Ile de France (IF), Santa Inês (SI), e seus cruzamentos $\frac{1}{2}$ WD + $\frac{1}{2}$ SI, $\frac{1}{2}$ IF + $\frac{1}{2}$ SI e $\frac{1}{2}$ T + $\frac{1}{2}$ SI. Os cordeiros foram produzidos a partir do cruzamento de matrizes com três reprodutores de cada raça, criados a pasto com acesso a *creep feeding* e desmamados em sistema de confinamento. A raça brasileira Santa Inês foi utilizada como única raça materna e as raças White Dorper, Ile de France e Texel como raças paternas para comporem os grupos de animais cruzados.

Foi utilizada apenas uma dieta comercial, na forma peletizada com aproximadamente 1,5 cm de tamanho, e os pellets eram compostos por feno de alfafa (*Medicago sativa*) e concentrado (Tabela 1), para proporcionar ganho de peso de 250 g/dia a partir das recomendações do NRC (2007).

Tabela 1 - Ingredientes e composição química da dieta expressos na matéria seca (MS)

Item	grama por 100 gramas
Ingrediente	
Feno de alfafa	10,00
Milho em grão moído	65,68
Farelo de soja	13,10
Ureia	0,80
Bicarbonato de sódio	0,35
Cloreto de Sódio	1,31
Minerais/Vitaminas	2,76
Caulim	6,00
Níveis nutricionais em MS	
Nutrientes digestíveis totais	80,82
Proteína bruta	18,25
Proteína degradável no rúmen	3,02
Extrato etéreo	3,81
Fibra em detergente neutro	11,49
Fibra em detergente ácido	8,46

Níveis de garantia do produto por kg: Cálcio (Mín) 10 g, Cobalto (Mín) 1,07 mg, Cobre (Mín) 12 mg, Enxofre (Mín) 4960,0 mg, Fósforo (Mín) 2840,0 mg, Iodo (Mín) 0,838 mg, Manganês (Mín) 35,8946 mg, Selênio (Mín) 0,20 mg, Sódio (Mín) 6100,0 mg, Zinco (Mín) 52,7605 mg. Fonte: Elaborados a partir de dados da pesquisa

A dieta foi fornecida diariamente às 08h00min e 16h00min. A adaptação foi realizada por período de 21 dias, iniciando com o fracionamento da oferta de alimento nos cinco primeiros dias, até consumo para ganho estimado de 1,5 kg/dia.

Ao final da adaptação foi realizado abate de seis cordeiros Texel e oito cordeiros de cada um dos demais grupos genéticos estudados, totalizando 54 cordeiros, distribuídos aleatoriamente após consideração sobre pai, mãe e tipo de parto (gemelar ou não). Estes animais foram denominados como animais de referência (AR), e sua composição química corporal, expressa em porcentagem (Tabela 2). O peso corporal em jejum foi determinado como o peso corporal após 14 horas de jejum de sólidos.

Tabela 2 - Composição química, em porcentagem, do corpo vazio dos ovinos-referência de sete grupos genéticos (GG)

Grupo genético	<i>n</i>	Corpo Vazio Final (kg)	Água (%)	Extrato etéreo (%)	Proteína (%)	Minerais (%)
White Dorper (WD)	8	21,84	63,15 ± 0,97	11,99 ± 0,96	18,80 ± 0,49	6,05 ± 0,25
Ile de France (F)	8	25,36	60,77 ± 1,03	14,56 ± 1,01	17,18 ± 0,52	7,49 ± 0,27
Texel (T)	6	24,71	62,92 ± 1,17	12,57 ± 0,95	17,20 ± 0,60	7,54 ± 0,31
Santa Inês (SI)	8	19,91	62,15 ± 0,97	12,34 ± 1,16	18,34 ± 0,49	6,95 ± 0,25
½ WD + ½ SI	8	21,03	62,84 ± 1,07	12,42 ± 1,05	17,66 ± 0,54	7,08 ± 0,28
½ IF + ½ SI	8	22,83	62,14 ± 1,03	12,88 ± 1,02	17,91 ± 0,53	7,07 ± 0,26
½ T + ½ SI	8	23,42	62,28 ± 0,97	12,04 ± 0,95	18,61 ± 0,49	7,08 ± 0,25

n: número de repetição de animais

Em seguida, os demais animais foram distribuídos aleatoriamente, segundo o NRC, para ganho estimado de: 1,5; 0,750 e 0,200 kg/dia. A dieta, nessa fase, foi ajustada para o ganho de 1,5 kg/dia prevendo sobra de aproximadamente 5% do ofertado e para os cordeiros com ganhos de 0,750 e 0,200 kg/dia foi ajustada semanalmente em função do peso dos animais sem jejum.

Amostragem, determinação da digestibilidade da dieta e abate

A digestibilidade aparente da dieta foi realizada nos três ganhos estimados para cada GG e foi determinada pelo método de coleta total de fezes. Os animais de cada grupo foram divididos nos mesmos níveis ganhos estimados como na determinação da exigência nutricional. Cada GG contou com 18 animais, sendo distribuídos seis animais para cada ganho estimado. Excepcionalmente para o Texel foram utilizados nove animais, consistindo em três animais para cada ganho estimado. No total foram utilizados 117 animais.

A adaptação alimentar foi 21 dias com consumo de ganho estimado de 1,5 kg/dia e quatro

dias da adaptação às bolsas coletoras de fezes. O período de coleta de amostras do alimento oferecido, das sobras e das fezes foram de seis dias consecutivos, logo após a pesagem das sobras. Os cordeiros foram pesados após jejum de sólidos de 14 horas, antes e depois do período de coleta das amostras.

A determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente das frações de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}) e carboidrato não fibroso (CNF) nos três ganhos estimados em cada GG foi calculado segundo Silva & Leão (1979). O NDT na dieta foi calculado segundo Weiss et al. (1992) e NRC (2001). Com o NDT de cada nível de oferta e para cada grupo genético obteve-se a energia digestível (ED) e a metabolizável (EM), conforme NRC (2007), sendo que um kg de NDT equivalente a 4,4 Mcal de ED e a $EM = ED \times 0,82$.

Os animais foram pesados semanalmente e assim foi calculado o ganho de peso corporal (GPC). O ensaio experimental para determinação da exigência nutricional de proteína durou 42 dias, tempo para ter diferentes composições corporais. O abate ocorreu em dois momentos, o primeiro após 21 dias de adaptação e o segundo após 42 dias de confinamento. Os mesmos foram pesados após jejum de sólidos por 14 horas.

O sangue foi coletado, pesado e amostrado. Os componentes do trato gastrointestinal foram separados e pesados com digesta e posteriormente foram lavados e pesados novamente. Os demais componentes corporais: cabeça + patas + couro, vísceras e carcaça, de cada animal, também foram pesados e separados. O peso do corpo vazio (PCV_z) foi definido como o peso das seguintes frações: sangue, cabeça + patas + couro, vísceras e carcaça. A carcaça foi dividida longitudinalmente.

As vísceras, o lado esquerdo da carcaça, da cabeça e do couro, bem como as patas esquerdas foram congeladas, reduzidos a pedaços menores com auxílio de serra fita (Skymssen, modelo SPA-282L-N, Brusque, Santa Catarina, Brasil) e triturados, separadamente, em moedor de carne industrial (Frigmann-Hermann, modelo OS-9507, Itupeva, São Paulo, Brasil) por quatro vezes para obtenção uma pasta homogênea. Quatro sub-amostras de aproximadamente 35 g de cada fração sólida por animal foram colocadas em placas de Petri, pesadas e congeladas a -20 °C até as análises. Para o sangue foram congeladas integralmente quatro amostras de 50 ml por animal.

Para determinação do peso do corpo vazio inicial (PCV_{zI}) oito animais por grupo genético, exceto o Texel com seis cordeiros, totalizando 54 cordeiros, foram abatidos após o período de adaptação de 21 dias, e utilizados na determinação de equações para estimar o peso do corpo vazio a partir do peso vivo em jejum, ambos na mesma unidade (kg), dos animais que

permaneceram em confinamento. Houve interação entre o peso corporal final e GG ($P < 0,05$) por isso o desenvolvimento de uma equação para cada GG a fim de estimar o peso do corpo vazio inicial (PCVzI) a partir do peso corporal em jejum (PCj) (Tabela 3).

Tabela 3 - Equação do peso de corpo vazio inicial (PCVzI) em função do peso do corpo em jejum (PCj) para os sete grupos genéticos

Grupo genético	<i>n</i>	Equação	R ^{2*}
WD	8	PCVzI = -0,833 + 0,910 PCj	0,99
IF	8	PCVzI = -0,149 + 0,879 PCj	0,98
T	6	PCVzI = -0,604 + 0,909 PCj	0,99
SI	8	PCVzI = -3,026 + 1,028 PCj	0,99
½ WD + ½ SI	8	PCVzI = 0,542 + 0,843 PCj	0,97
½ IF + ½ SI	8	PCVzI = 1,370 + 0,819 PCj	0,99
½ T + ½ SI	8	PCVzI = -1,721 + 0,956 PCj	0,99

n: número de repetição de animais; *R²: Coeficiente de determinação

A determinação do peso do corpo vazio final (PCVzF) foi obtida pela pesagem após o período de confinamento de oito cordeiros para cada ganho estimado, exceto o Texel com sete animais, em ganho de 0,750 kg/dia e seis animais em 0,200 kg/dia, totalizando 164 cordeiros.

Análises químicas

Alimentos, sobras de alimentos e fezes

A dieta e as sobras individuais foram amostradas diariamente. Ao final, foram homogeneizadas e novamente amostradas para comporem uma amostra de dieta e uma de sobra por animal, que foram secas em estufa a 55°C por 72 horas, moídas em partículas menores que um mm e armazenadas até a análise. O mesmo procedimento foi realizado com os alimentos, sobras de alimentos e fezes do ensaio de digestibilidade. As amostras foram analisadas quanto ao teor de matéria seca (MS), PB, EE, matéria mineral (MM), FDNcp, lignina (AOAC, 1995) fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991) e CNF (SNIFFEN et al., 1992).

Componentes corporais

As frações sangue, cabeça + patas + couro, vísceras e carcaça foram secas em liofilizador por aproximadamente 36 horas para determinação do teor de matéria seca. Posteriormente, as amostras foram moídas com gelo seco em liquidificador industrial, armazenadas em recipientes fechados para posterior análise química dos teores de MS, EE, PB e MM (AOAC, 1995). A concentração corporal de energia foi calculada utilizando-se os equivalentes calóricos do extrato

etéreo e da proteína segundo, segundo o ARC (1980): Energia (Mcal) = (5,6405 x proteína (kg)) + (9,3929 x extrato etéreo (kg)).

Determinação da exigência de energia

Para cada grupo genético determinou-se a exigência de energia metabolizável (EM), energia líquida (EL) para manutenção (EM_m e EL_m) e energia líquida para ganho de peso (EL_g). E foi realizada a predição da energia líquida para ganho de peso (EL_g) e da energia metabolizável para ganho de peso (EM_g).

A EL_m foi determinada como sendo o antilogaritmo do intercepto da equação de regressão do logaritmo da produção diária de calor (kcal/kgPV^{0,75}/dia) em função da ingestão diária da energia metabolizável (kcal/kgPV^{0,75}/dia) (LOFGREEN; GARRETT, 1968). A produção de calor (PC) foi considerada como a diferença entre a ingestão de energia metabolizável e a energia retida (LOFGREEN; GARRET, 1968).

A determinação da EL_g é a própria energia depositada no ganho (LOFGREEN; GARRETT, 1968). Para prever a exigência de EL_g foi empregado o modelo descrito no NRC (1984), como segue: $EL_g = b \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^a$, onde $PCVZ^{0,75}$ é o peso do corpo vazio final metabólico e o $GPCVZ$ é o ganho diário de peso de corpo vazio. Os valores de a e b foram obtidos por meio da equação de regressão entre o logaritmo da energia retida por quilo de peso de corpo vazio final metabólico por dia e o logaritmo do ganho diário de peso de corpo vazio, sendo a o coeficiente e o b o antilogaritmo do intercepto desta equação de regressão.

A EM_m foi considerada como a produção de calor quando a ingestão é zero e foi determinada por meio da equação de regressão da PC (kcal/PCVZ^{0,75}) em função da ingestão de energia metabolizável (IEM, kcal/PCVZ^{0,75}/dia) (CHIZZOTTI et al., 2007).

A eficiência de utilização da energia para manutenção (k_m) foi obtida pela razão entre EL_m e EM_m (HARRIS, 1970; XU et al., 2015). A eficiência de utilização da energia para ganho (k_g) foi calculada pelo coeficiente de inclinação da reta da equação de regressão entre a energia retida (ER, Mcal/dia) e a IEM (Mcal/dia) (FERREL; JENKINS, 1998; RESENDE; TEIXEIRA; FERNANDES, 2006). A exigência de EM_g (kcal/PCVZF^{0,75}) foi obtida por meio da razão da EL_g pela k_g (RODRIGUES et al., 2016; ZHAO et al., 2016).

Análises estatísticas

A distribuição dos animais, para cada grupo genético, foi em blocos ao acaso, considerando o peso inicial como bloco, em quatro tratamentos: animais referência e ganhos estimados (1,5; 0,750 e 0,200 kg/dia). Utilizou-se análise de regressão para determinar as

exigências nutricionais de energia para cada grupo genético e os grupos genéticos foram comparados com Teste T considerando o intervalo de confiança para cada grupo genético. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa SAS® (SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA).

Resultados

A composição corporal expressa em quilogramas, teve efeito ($P < 0,05$) de grupo genético para todos os constituintes químicos (Tabela 4). E quando expressa em porcentagem, não houve efeito para proteína ($P > 0,05$), entretanto houve efeito para os demais componentes corporais ($P < 0,05$).

Tabela 4 - Composição do corpo vazio final dos ovinos de sete grupos genéticos em três ganhos estimados, confinados por 42 dias

Grupo genético	<i>n</i>	Água (kg)	Extrato etéreo (kg)	Proteína (kg)	Minerais (kg)
WD	32	18,392 ± 0,633 ^{ab}	5,154 ± 0,340 ^a	4,824 ± 0,185 ^{ab}	0,847 ± 0,041 ^{ab}
IF	32	19,397 ± 0,636 ^{ab}	5,065 ± 0,343 ^{ab}	5,173 ± 0,186 ^{ab}	1,001 ± 0,041 ^a
T	26	20,314 ± 0,687 ^a	5,737 ± 0,370 ^{ab}	5,508 ± 0,201 ^a	0,977 ± 0,044 ^{ab}
SI	32	16,817 ± 0,647 ^b	4,685 ± 0,349 ^{ab}	4,560 ± 0,189 ^b	0,901 ± 0,042 ^{ab}
½ WD + ½ SI	32	17,515 ± 0,654 ^{ab}	4,070 ± 0,352 ^{ab}	4,559 ± 0,191 ^b	0,833 ± 0,042 ^b
½ IF + ½ SI	32	18,161 ± 0,674 ^{ab}	4,521 ± 0,363 ^{ab}	4,769 ± 0,197 ^{ab}	0,949 ± 0,043 ^{ab}
½ T + ½ SI	32	19,283 ± 0,622 ^{ab}	4,690 ± 0,335 ^b	5,109 ± 0,182 ^{ab}	0,994 ± 0,040 ^a
Fonte de variação	Nível de significância (Pr>F)				
GG		0,0058	0,0453	0,0073	0,0159
Grupo genético	<i>n</i>	Água (%)	Extrato etéreo (%)	Proteína (%)	Minerais (%)
WD	32	63,23 ± 0,54 ^{ab}	17,27 ± 0,60 ^a	16,57 ± 0,13	2,93 ± 0,06 ^b
IF	32	63,68 ± 0,54 ^{ab}	16,17 ± 0,60 ^{ab}	16,88 ± 0,14	3,26 ± 0,06 ^a
T	26	62,77 ± 0,58 ^b	17,18 ± 0,65 ^{ab}	17,03 ± 0,14	3,01 ± 0,06 ^b
SI	32	63,05 ± 0,55 ^{ab}	16,60 ± 0,61 ^{ab}	16,98 ± 0,14	3,36 ± 0,06 ^a
½ WD + ½ SI	32	65,26 ± 0,55 ^a	14,65 ± 0,62 ^b	16,94 ± 0,14	3,13 ± 0,06 ^a
½ IF + ½ SI	32	64,44 ± 0,57 ^{ab}	15,38 ± 0,64 ^{ab}	16,83 ± 0,14	3,35 ± 0,06 ^a
½ T + ½ SI	32	64,37 ± 0,53 ^{ab}	15,22 ± 0,59 ^{ab}	17,08 ± 0,13	3,32 ± 0,06 ^a
Fonte de variação	Nível de significância (Pr>F)				
GG		0,0134	0,0103	0,1400	<0,0001

GG: Grupo genético; *n*: número de repetição de animais. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

Para determinação da exigência líquida de manutenção (EL_m) foi estabelecida uma equação de regressão para cada grupo genético (Tabela 5) devido à interação entre a ingestão

de energia metabolizável e os grupos genéticos ter sido significativa ($P < 0,05$).

Tabela 5 - Equação de regressão do logaritmo da produção de calor (LogPC) em função da ingestão de energia metabolizável diária (IEM, kcal) em cordeiros de sete grupos genéticos

Grupo genético	<i>n</i>	Equação	R ² *
WD	32	LogPC = 1,787±0,046+ 0,002±0,0002*IEM	0,84
IF	32	LogPC = 1,778±0,065 + 0,002±0,0003*IEM	0,83
T	26	LogPC = 1,774±0,131 + 0,002±0,0005*IEM	0,64
SI	32	LogPC = 1,804±0,359 + 0,002±0,0001*IEM	0,89
½ WD + ½ SI	32	LogPC = 1,826±0,034 + 0,002±0,0001*IEM	0,89
½ IF+ ½ SI	32	LogPC = 1,835±0,030 + 0,002±0,0001*IEM	0,96
½ T + ½ SI	32	LogPC = 1,823±0,038 + 0,002±0,0002*IEM	0,88

n: número de repetição de animais; *R²: Coeficiente de determinação

O coeficiente de determinação do grupo Texel possivelmente indica que o menor número de repetições disponíveis dessa raça prejudicou a precisão da informação. A partir do antilogaritmo dos interceptos de cada equação, foram gerados os valores de EL_m para cada grupo genético e em função da interação significativa ($P < 0,05$) entre PC e IEM foi determinada uma equação de regressão para cada grupo genético, a fim de serem obtidas as exigências de EM_m específicas por grupo genético (Tabela 6).

Tabela 6 - Exigências de energia líquida (EL_m) e metabolizável (EM_m) para manutenção (kcal/kg $PCVZ^{0,75*}$) em cordeiros de sete grupos genéticos

Grupo genético	<i>n</i>	EL_m	EM_m
WD	32	61,29	77,21
IF	32	59,99	87,22
T	26	59,46	87,91
SI	32	63,65	76,83
½ WD + ½ SI	32	67,03	78,57
½ IF+ ½ SI	32	68,47	87,19
½ T + ½ SI	32	66,47	86,07

* $PCVZ^{0,75}$: peso do corpo vazio metabólico; *n*: número de repetição de animais. Médias de energia comparadas pelo Teste T

Os valores da exigência de EL_m para os cruzamentos ½ IF + ½ SI e ½ WD e ½ T foram semelhantes à exigência de cordeiros mestiços das raças Dorper (DENG et al., 2014; ZHAO et al., 2016). Alguns autores afirmam que animais cruzados apresentam maior potencial de crescimento e assim tornam-se mais exigentes nos requisitos nutricionais (BAKER et al., 1989; BULLE et al., 2002; MARCONDES et al., 2011), porém não aconteceu esse mesmo comportamento na presente pesquisa pois entre os GGs não houve diferença para as exigências de EL_m , quando comparados pelo teste T nos intervalos de confiança dos GG.

A energia líquida de ganho (EL_g) foi determinada para cada grupo, neste estudo em Mcal: 4,17 para White Dorper, 4,30 no Ile de France, 4,95 para Texel, 4,63 no Santa Inês, e para os cruzados: 3,59 para $\frac{1}{2}$ WD + $\frac{1}{2}$ SI, 3,52 no $\frac{1}{2}$ IF+ $\frac{1}{2}$ SI e 3,69 para $\frac{1}{2}$ T + $\frac{1}{2}$ SI. As exigências de energia líquida para ganho (EL_g) foram preditas por equação (Tabela 7), cujos estimadores foram peso de corpo vazio (PCVz) do animal e ganho de peso de corpo vazio (GPCVz) (NRC, 1984).

Tabela 7 - Equação de predição da exigência de energia líquida para ganho (EL_g) em cordeiros de sete grupos genéticos

Grupo genético	Equação	R ^{2*}
WD	$EL_g = -0,8484 * PCVz^{0,75} * GPCVz^{0,5235}$	0,80
IF	$EL_g = -0,5732 * PCVz^{0,75} * GPCVz^{0,9838}$	0,63
T	$EL_g = -0,6128 * PCVz^{0,75} * GPCVz^{0,8233}$	0,73
SI	$EL_g = -0,5649 * PCVz^{0,75} * GPCVz^{0,9517}$	0,79
$\frac{1}{2}$ WD + $\frac{1}{2}$ SI	$EL_g = -0,7119 * PCVz^{0,75} * GPCVz^{0,7751}$	0,81
$\frac{1}{2}$ IF+ $\frac{1}{2}$ SI	$EL_g = -0,7628 * PCVz^{0,75} * GPCVz^{0,7007}$	0,83
$\frac{1}{2}$ T + $\frac{1}{2}$ SI	$EL_g = -0,8834 * PCVz^{0,75} * GPCVz^{0,5895}$	0,79

*R²: Coeficiente de determinação

Para cordeiros em fase crescimento com idade de 4 meses, 30 kg de peso corporal e ganho de peso esperado de 200 g/dia os valores preditos de EL_g para os sete grupos genéticos variaram de 0,490 a 0,627 Mcal/dia (Tabela 8), valores menores do que as 0,752 Mcal/dia encontradas por Rodrigues et al. (2016) que trabalharam com ovinos de 5 meses de idade, com o mesmo peso corporal e ganho esperado, em raça não descrita em região de clima semiárido brasileiro.

Tabela 8- Predição da exigência de energia líquida (EL_g) para diferentes pesos e taxas de ganho de peso em cordeiros dos sete grupos genéticos

PV (kg)	GPV (g/dia)	Exigência de EL_g (Mcal/dia)						
		WD	IF	T	SI	$\frac{1}{2}$ WD + $\frac{1}{2}$ SI	$\frac{1}{2}$ IF + $\frac{1}{2}$ SI	$\frac{1}{2}$ T + $\frac{1}{2}$ SI
20	100	0,322	0,183	0,260	0,197	0,236	0,242	0,250
	200	0,463	0,361	0,460	0,382	0,403	0,393	0,376
	300	0,572	0,538	0,642	0,561	0,552	0,522	0,477
30	100	0,436	0,248	0,352	0,267	0,320	0,328	0,338
	200	0,627	0,490	0,623	0,517	0,547	0,533	0,509
	300	0,776	0,730	0,870	0,761	0,749	0,708	0,646
40	100	0,542	0,307	0,437	0,332	0,397	0,407	0,420
	200	0,778	0,608	0,773	0,642	0,679	0,661	0,632
	300	0,962	0,906	1,079	0,944	0,929	0,878	0,802

PV: Peso vivo; GPV: Ganho de peso vivo

A exigência de EM_g (Tabela 9) predita para cordeiros em fase crescimento com idade de 4 meses, 30 kg de peso corporal e ganho de peso esperado de 200 g/dia variaram mais entre as raças que entre os grupos de animais cruzados, sendo justificado pela maturidade fisiológica do animal que é dependente do grupo genético (NRC,1984; CHIZZOTTI et al., 2007).

Tabela 9 - Predição da exigência de energia metabolizável de ganho (EM_g) para diferentes pesos e taxas de ganho de peso em cordeiros dos sete grupos genéticos

PV (kg)	GPV (g/dia)	Exigência de EM_g , Mcal/dia						
		WD	IF	T	SI	½ WD + ½ SI	½ IF + ½ SI	½ T + ½ SI
20	100	1,039	0,381	0,633	0,429	0,561	0,711	0,756
	200	1,493	0,753	1,121	0,829	0,961	1,156	1,138
	300	1,846	1,122	1,565	1,220	1,315	1,536	1,445
30	100	1,408	0,516	0,859	0,581	0,761	0,964	1,025
	200	2,024	1,020	1,519	1,124	1,302	1,567	1,542
	300	2,502	1,520	2,121	1,653	1,783	2,081	1,959
40	100	1,747	0,640	1,065	0,721	0,944	1,196	1,272
	200	2,511	1,266	1,885	1,395	1,616	1,944	1,914
	300	3,105	1,887	2,632	2,052	2,212	2,583	2,430

PV: Peso vivo; GPV: Ganho de peso vivo

A eficiência de conversão da energia metabolizável para energia líquida de manutenção, denominada de k_m (Tabela 10) foi de 0,68 a 0,85 no presente trabalho e não foi diferente entre os grupos genéticos avaliados ($P > 0,05$).

Tabela 10 - Eficiência de uso de energia para manutenção (k_m) e ganho de peso (k_g) para cordeiros de sete grupos genéticos

Grupo genético	k_m	k_g
WD	0,79	0,31
IF	0,69	0,48
T	0,68	0,41
SI	0,83	0,46
½ WD + ½ SI	0,85	0,42
½ IF+ ½ SI	0,79	0,34
½ T + ½ SI	0,77	0,33

Médias de eficiência de uso de energia comparadas pelo Teste T

A eficiência de uso da energia metabolizável para energia líquida de ganho (k_g) representa a quantidade de energia contida no alimento que é retida no corpo do animal (PEREIRA et al., 2017) e essa variável não foi diferente entre os grupos genéticos avaliados ($P > 0,05$), apresentando valores de 0,31 a 0,48.

Discussão

Quando o peso do animal se aproxima do peso adulto, ou peso maduro, em seu ganho de peso a quantidade de proteína atinge o máximo e a porcentagem de gordura aumenta (OWENS et al., 1995). E com aumento de peso vivo diminui a concentração de proteína no corpo vazio (BACKES et al., 2005) e aumento de extrato etéreo, que estão de acordo com os presentes achados na composição corporal (Tabela 4) assim como os dados de Regadas Filho et al., 2011 com Santa Inês e Pereira et al., 2016 com Somalis.

Ainda, ressalta-se que fatores como idade, classe sexual, raça e grupo genético influenciam a curva fisiológica de crescimento animal, podendo interferir na composição corporal e consequentemente na exigência nutricional (NRC, 2007).

Os valores de EL_m (Tabela 6) das raças puras Ile de France e Texel foram maiores aos valores da literatura (GONZAGA NETO et al., 2005; GALVANI et al., 2009; REGADAS FILHO et al., 2011; COSTA et al., 2013; PEREIRA et al., 2017) exceto no trabalho de Pereira et al. (2018) que encontraram para EL_m o valor de 73,0 kcal/kg $PCVz^{0,75}$ para machos inteiros da raça brasileira Morada Nova. Já para animais cruzados, por exemplo Dorper com diversas raças, a EL_m variou de 88,64 kcal/kg $PCVz^{0,75}$ a 104,55 kcal/kg $PCVz^{0,75}$ (GALVANI et al., 2008; DENG et al., 2012, 2014; XU et al., 2015; ZHAO et al., 2016).

Alguns autores encontraram diferenças nas exigências de energia de manutenção entre raças italianas de ovinos, que foram justificadas por diferenças no plano anterior de nutrição e na gordura da composição corporal (PILLA; TAIBI; DELL'AQUILLA, 1993; CANNAS et al., 2004). No presente estudo, a média de EL_m para o grupo puro foi de 61,10 e para os cruzados 67,32 kcal/kg $PCVz^{0,75}$, e não houve diferença entre os grupos genéticos puros e cruzados para essa variável, pois os animais tiveram o mesmo manejo alimentar, pós nascimento (aleitamento materno, *creep feeding* e confinamento) e por mais que a gordura da composição do corpo vazio foi significativa não influenciou na energia de manutenção.

Embora parte da variação na EL_m possa ser atribuída à imprecisão das medições (TEDESCHI et al., 2004; COSTA et al., 2013), às variações biológicas (RODRIGUES et al., 2016) e metodológicas (CANNAS et al., 2010; PEREIRA et al., 2014), maior influência pode ser creditada à idade do animal, gênero, atividade física e temperatura (NRC, 2007). Outro fator relevante para a exigência de manutenção dos animais é a composição corporal que influencia o gasto calórico, pois a atividade metabólica é mais intensa no tecido muscular do que no tecido adiposo (GARRET, 1980; CHIZZOTTI et al., 2007; COSTA et al., 2013).

O NRC (2007) não traz uma comparação geral para pequenos ruminantes, considerando os diferentes genótipos criados em vários países. Na presente pesquisa, teve a comparação de

EM_m (Tabela 6) entre os sete grupos genéticos e não houve diferença para essa variável, merecendo destaque pois até então não há estudos que comparam diferentes grupos genéticos entre si, e abordam a hipótese de que as necessidades nutricionais de ovinos de diferentes raças criados em regiões de clima tropical são bem variantes das recomendações do NRC (OLIVEIRA, et al., 2017; PEREIRA, et al., 2018).

As vísceras dispendem quase 50% da energia destinada à manutenção dos animais e assim colaborando com 25% do consumo de oxigênio (VÉRAS et al., 2001; McBRIDE; KELLY, 1990; PEREIRA et al., 2018). Dessa forma, fica sugerido que o peso relativo das vísceras explica a semelhança na comparação da EM_m dos diferentes grupos genéticos avaliados no presente estudo (PEREIRA et al., 2018).

Enfatiza-se que variações encontradas nas estimativas de EM_m podem ser atribuídas a diferentes metodologias como as que foram derivadas de regressões lineares de energia retida (medidas por calorimetria) pela ingestão de energia metabolizável (IEM), de regressões lineares de IEM pelo ganho médio diário, a partir de regressões lineares do logaritmo da PC pela ingestão de energia metabolizável ou calculado por interação assumindo que a exigência de manutenção é o valor em que PC é igual à IEM (RAMÍREZ et al., 1995; DAWSON; STEEN, 1998; SILVA et al., 2003; CHIZZOTTI et al., 2007; KAMALZADEH; SHABANI, 2007; GALVANI et al., 2008; REGADAS FILHO et al., 2013; DENG et al., 2014).

Para predição da equação de EL_g (Tabela 7), o expoente do GPCVz foi inferior a 1, fato interessante, pois isso significa que para maiores taxas de GPCVz a retenção de energia é menor, o que não condiz biologicamente e energeticamente com o que ocorre, porque energeticamente é mais eficiente estocar gordura do que proteína devido ao maior turnover proteico diário sendo necessário maior síntese por unidade de acréscimo de proteína (VALADARES FILHO et al., 2005; NRC, 2007; NIE et al., 2015).

Ainda com o aumento do peso vivo, a concentração de energia retida como gordura e as taxas de ganhos são maiores do que a concentração de energia retida como proteína (ARC, 1980). Portanto, são necessários mais estudos para obter uma equação de predição de EL_g mais abrangente e confiável (VALADARES FILHO et al., 2005). Ainda assim é utilizado o modelo do NRC (1984) como observado nos trabalhos de Pereira et al. (2017) e Rodrigues et al. (2016), cujos valores do expoente foram de 0,8154 e 0,86 para o GPCVz, respectivamente.

Nos sete grupos genéticos avaliados houve aumento da predição de EL_g (Tabela 8), com o aumento do peso vivo e ganho médio diário, explicado pela maior deposição de gordura, que ocorre em detrimento da deposição de proteína durante o crescimento. De fato, nas maiores taxas de crescimento a concentração de energia retida como gordura é maior do que a

concentração de proteína (ARC, 1980; RODRIGUES et al., 2016; PEREIRA et al., 2018). Inclusive grupos genéticos de clima tropical possuem menor peso corporal na maturidade resultando em maior deposição de gordura durante o seu crescimento (EARLY; MAHGOUB; LU, 2001; RODRIGUES et al., 2016).

As diferenças nas exigências de EL_g entre os grupos genéticos provavelmente refletem as alterações que ocorrem na taxa de crescimento, composição corporal, composição do ganho em cordeiros (DENG et al., 2014), peso vivo à maturidade de cada raça (EARLY et al., 2001; REGADAS FILHO et al., 2013; RODRIGUES et al., 2016) e das condições ambientais associada às raças (PEREIRA et al., 2017; PEREIRA et al., 2018).

Encontrou-se variação para predição de EM_g no presente trabalho de 0,381 a 3,105 Mcal/dia em animais de 20 a 40 kg, como também observados essa ampla extensão de dados na literatura tanto para taças puras como para animais cruzados de 0,576 Mcal/dia a 1,080 Mcal/dia para animais de 20 até 50 kg de peso vivo (NIE et al., 2015; ZHAO et al., 2016). Essa variação pode estar relacionada com as diferenças na eficiência da utilização da energia para ganho (k_g) (RODRIGUES et al., 2016), que é utilizada para calcular a EM_g .

A eficiência de conversão da energia metabolizável para energia líquida de manutenção, denominada de k_m (Tabela 10) apresentou uma média de 0,77, valor maior quando comparado aos encontrados na literatura, que variou de 0,58 a 0,70 (GALVANI et al., 2008; DENG et al., 2014; NIE et al., 2015; PEREIRA et al., 2018) e ficaram acima do preconizado pelo The Cornell Net Carbohydrate and Protein System for Sheep (CNCPS-S) de 0,64 (CANNAS et al., 2004).

As diferenças encontradas na literatura entre k_m devem-se ao genótipo e às metodologias utilizadas para o cálculo, principalmente devido a variações na natureza dos dados experimentais (CANNAS et al., 2004). Ainda pode considerar que tais diferenças ocorrem porque os animais não atingiram a maturidade durante o ensaio experimental e assim as necessidades energéticas estimadas nessas condições são prejudicadas pela colinearidade e interdependência de manutenção e crescimento acarretando variações nos valores de eficiência parcial k_m (PEREIRA et al., 2014).

Os valores de k_g (Tabela 10) foram semelhantes aos valores da literatura (GALVANI et al., 2008; DENG et al., 2014; ZHAO et al., 2016; PEREIRA et al., 2018). E com o avanço da maturidade o k_g diminui devido à estabilidade proteica no corpo vazio dos animais e aumento na quantidade de gordura (PEREIRA et al., 2018), o que pode explicar os resultados obtidos pois os diferentes grupos genéticos apresentaram diferenças na composição do corpo vazio final, mas não tiveram diferenças de k_g . Ainda, as suas variações estão relacionadas principalmente em função de diferença na concentração de energia na dieta e pela composição

do ganho de peso, além do grupo genético, da taxa de ganho, do estado fisiológico e de fatores ambientais (GARRET, 1980; TEDESCHI; CANNAS; FOX, 2010; PEREIRA et al., 2017, 2018).

Conclusões

A determinação das exigências de EL_m foram de 59,46 a 68,47 kcal/kg PCVz^{0,75} e para EM_m de 76,83 a 87,91 kcal/kg PCVz^{0,75} para as quatro raças puras e três cruzamentos de cordeiros. E as exigências nutricionais de energia para manutenção não diferiram entre os diferentes grupos genéticos.

Agradecimentos

A Embrapa Pecuária Sudeste por proporcionar à estrutura física e também os animais utilizados na condução do experimento bem como a mão de obra para o desenvolvimento da pesquisa. A Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios de São José do Rio Preto – SP por permitir a utilização do Laboratório de Carnes para armazenamento e preparo das amostras da composição corporal e condução de parte das análises químicas das amostras. Ao Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA), Universidade de São Paulo (USP), pelas demais análises químicas dos componentes corporais e análises bromatológicas da dieta, sobras e fezes desse estudo.

Financiamento

Os autores reconhecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (2011/51564-6) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

- ALENCAR, M.M; BARBOSA, P.F. Formação de populações compostas. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CRUZAMENTO DE BOVINOS, 2003, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2003. p.39-50.
- Agricultural and Food Research Council - AFRC. 1993. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. CAB International, Wallingford, United Kingdom. 159p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 16th ed. Washington, DC.; AOAC, 1995. 2000p.

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

BACKES, A.A. et al. Body composition and energy and protein requirements of dairy crossbreeds and zebu bovines, castrated, in the growing and fattening phases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.257–267, 2005.

BAKER, J.F. et al. Comparison of cattle of a five-breed diallel: size, growth, condition and pubertal characters of second-generation heifers. **Journal of Animal Science**, v.67, n.5, p.1218-1229, 1989.

BULLE, M.L.M. et al. Desempenho de tourinhos cruzados em dietas de altos teores de concentrado com bagaço de cana-de-açúcar como único volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.444-450, 2002.

CANNAS, A. et al. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. **Journal of Animal Science**, v.82, p.149-169, 2004.

CANNAS, A. et al. The energetic cost of maintenance in ruminants: from classical to new concepts and prediction systems. In: G.M. Croveto (ed.) **Energy and protein metabolism and nutrition**. EAAP International Symposium on Energy and Protein Metabolism and Nutrition, Parma, Italy, p.103-122. 2010.

CHIZZOTTI, M.L. et al. Energy and protein requirements for growth and maintenance of F1 Nellore × Red Angus bulls, steers, and heifers. **Journal of Animal Science**, v.85, p.1971-1981, 2007.

COSTA, M. R. G. F. et al. Body composition and net energy and protein requirements of Morada Nova lambs. **Small Ruminant Research**, v.114, p.206-213, 2013.

COSTA, N.G. et al. Net protein and energy requirements for weight gain of Santa Inês and Morada Nova Sheep. **Livestock Science**, v.214, p.288–292, 2018.

DAWSON, L.E.R.; STEEN, R.W.J. Estimation of maintenance energy requirements of beef cattle and sheep. **The Journal of Agricultural Science**, v.131, p.477-485, 1998.

DENG, K.D. et al. Energy requirements for maintenance and growth of Dorper crossbred ram lambs. **Livestock Science**, v.150, p.102–110, 2012.

DENG, K.D. et al. Energy requirements of Dorper crossbred ewe lambs. **Journal of Animal Science**, v.92, p.2161-2169, 2014.

EARLY, R.J.; MAHGOUB, O.; LU, C.D. Energy and protein utilization for maintenance and growth in Omani ram lambs in hot climates. II. Composition of tissue growth and nitrogen metabolism. **The Journal of Agricultural Science**, v.136, p.46-470, 2001.

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: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli Sires. **Journal of Animal Science**, v.76, p.647-657, 1998.

GALVANI, D.B. et al. Energy requirements of Texel crossbred lambs. **Journal of Animal Science**, v.86, p.3480-3490, 2008.

GALVANI, D.B. et al. Protein requirements of Texel crossbred lambs. **Small Ruminant Research**, v.81, p.55-62, 2009.

GARRETT, W.N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal of Animal Science**, v.51, p.1434-1440, 1980.

GONZAGA NETO, S. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de proteína e energia para cordeiros morada nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2446-2456, 2005.

HARRIS, L.F. **Nutrition research techniques for domestics and wild animals**. Utah: Logan, v.1. 1970.

KAMALZADEH, A.; SHABANI, A. Maintenance and growth requirements for energy and nitrogen of Baluchi sheep. **International Journal of Agriculture & Biology**, v.9, p.535-539, 2007.

LÔBO, N. B. R.; LÔBO, A. M. B.; FACÓ, O. Melhoramento genético de ovinos. In: SELAIVE, A. B.; OSÓRIO, J. C. S. **Produção de ovinos no Brasil**. São Paulo: Roca, 2014. cap. 23, p.261-307.

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

MARCONDES, M.I. et al. Exigências de energia de animais Nelore puros e mestiços com as raças Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.872-881, 2011.

McBRIDE, B.W., KELLY, J.M. Energy cost of absorption and metabolism in the ruminant gastrointestinal tract and liver: a review. **Journal of Animal Science**, v.68, p.2997-3010, 1990.

NASSU, R.T. et al. Effect of the genetic group, production system and sex on the meat quality and sensory traits of beef from crossbred animals. **Tropical Animal Health and Production**, v.49, p.1289-1294, 2017.

NIE, H.T. et al. Determination of energy and protein requirement for maintenance and growth and evaluation for the effects of gender upon nutrient requirement in Dorper × Hu Crossbred Lambs. **Tropical Animal Health and Production**, v.7, p.841-853, 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington: National Academy Press, 2007. 384 p.

_____. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington, 2001. 381 p.

_____. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington: National Academy Press, 1984. 102 p.

OLIVEIRA, A.P. et al. Meta-analysis of the energy and protein requirements of hair sheep raised in the tropical region of Brazil. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. 2017; 00:1–9. <https://doi.org/10.1111/jpn.12700>

OWENS, F.N. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, 3152–3172, 1995.

PEREIRA, E.S. et al. Body composition and net energy requirements. **Italian Journal of Animal Science**, v.13, p.880-886, 2014.

PEREIRA, E.S. et al. Requirements of protein for maintenance and growth in ram hair lambs. **Tropical Animal Health and Production**, v.48, p.1323-1327, 2016.

PEREIRA, E.S. et al. Energy and protein requirements of Santa Ines lambs, a breed of hair sheep. **Journal of Animal Science**, v.11 (12), p.2165-2174, 2017.

PEREIRA, E.S. et al. Maintenance and growth requirements in male and female hair lambs. **Small Ruminant Research**, v.159, p.75-83, 2018.

PILLA, A. M.; TAIBI, L.; DELL 'AQUILA, S. Consumo di alimenti e composizione della dieta ingerita da pecore da latte alimentate *ad libitum* per quantità e qualità (Feed intake and composition of free choice diets supplied ad libitum to dairy sheep). **Zootecnia Nutrizione Animale**, v.19, p.221–226, 1993.

RAMÍREZ, R.G. et al. Performance of lambs grazing in a buffelgrass (*Cenchrus ciliaris*) pasture and estimation of their maintenance and energy requirements for growth. **Small Ruminant Research**, v.17, p.117-121, 1995.

REGADAS FILHO, J.G.L. et al. Body composition and net energy requirements for Santa Ines lambs. **Small Ruminant Research**, v.109, p.107-112, 2013.

REGADAS FILHO, J.G.L. et al. Composição corporal e exigências líquidas proteicas de ovinos Santa Inês em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1339-1346, 2011.

RESENDE, K.T.; TEIXERA, I.A.M.A.; FERNANDES, M.H.M.R. Metabolismo de energia. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. cap.11, p.311-332.

RODRIGUES, R.T.S. et al. Energy and protein requirements of non-descript breed hair lambs of different sex classes in the semiarid region of Brazil. **Tropical Animal Health and Production**, v.48, p.87-94, 2016.

SAÑUDO, C. et al. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. **Meat Science**, v.46, p.357-365, 1997.

SILVA, J. F. C; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380 p.

SILVA, A.M.A. et al. Net requirements of protein and energy for maintenance of wool and hair lambs in a tropical region. **Small Ruminant Research**, v.49, p.165-171, 2003.

SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

TEDESCHI, L.O. et al. A decision support system to improve individual cattle management. 1. A mechanistic, dynamic model for animal growth. **Agricultural Systems**, v.79, p.171-174, 2004.

TEDESCHI, L.O.; CANNAS, A.; FOX, D.G. A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and other nutrients for domesticated small ruminants: the development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. **Small Ruminant Research**, v.89, p.174-184, 2010.

VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; SAINZ, R.D. Desafios metodológicos para determinação das exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: SBZ - Universidade Federal de Goiás, p.261-297.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral-detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

VÉRAS, A.S.C., et al. Effect of concentrate level on the internal organs weight and gastrointestinal content of Nellore bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p.1120–1126, 2001.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; ST. PIERRE, N.R. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v.39, p.95-110, 1992.

XU, G.S. et al. Energy requirements for maintenance and growth of early-weaned Dorper crossbred male lambs. **Livestock Science**, v.177, p.71-78, 2015.

ZHAO, J. et al. Energy requirements for the maintenance and growth of Dorper-Jinzhong crossbred ram lambs. **Italian Journal of Animal Science**, v.15, p.94-102, 2016.

CAPÍTULO 3

DETERMINAÇÕES DAS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE PROTEÍNA PARA MANTENÇA E GANHO DE PESO EM CORDEIROS DE SETE GRUPOS GENÉTICOS

DETERMINAÇÃO DAS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE PROTEÍNA PARA MANTENÇA E GANHO DE PESO EM CORDEIROS DE SETE GRUPOS GENÉTICOS

I.H.S. Fuzikawa^{a*}, A.S.C. Pereira^a, W. Henrique^b, F.S. Costa^b, G. Aferri^c, F. S. B. R.^d, S. N.
Esteves^e, M.M. Alencar^e

^aUniversidade de São Paulo – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, SP 13635900, Brasil;

^bAgência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, São José do Rio Preto, SP 15082200, Brasil;

^cUnidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Jaú, Jaú, SP 17201970, Brasil

^dFaculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, SP 14884-900, Brasil

^eEmbrapa Pecuária Sudeste, São Carlos-SP 13560970, Brasil

*Correspondência: Universidade de São Paulo - FZEA - Pirassununga, SP - Brasil

E-mail: ingrid.fuzikawa@gmail.com (I.H.S. Fuzikawa)

RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar e comparar as exigências nutricionais de proteína para manutenção e ganho de peso de cordeiros das raças White Dorper (WD), Ile de France (IF), Texel (T), Santa Inês (SI) e seus cruzamentos $\frac{1}{2}$ WD + $\frac{1}{2}$ SI, $\frac{1}{2}$ IF + $\frac{1}{2}$ SI e $\frac{1}{2}$ T + $\frac{1}{2}$ SI. Foram utilizados 218 cordeiros machos, não castrados, com idade média de 90 dias para obter diferentes composições corporais verificadas pela técnica do abate comparativo. Após período de adaptação de 21 dias, oito cordeiros de cada grupo genético foram abatidos para determinar a composição corporal inicial. Os animais restantes foram distribuídos em blocos ao acaso em três ganhos estimados de: 1,5; 0,750 e 0,200 kg/dia, por 42 dias. Análise de regressão foi utilizada para determinar as exigências de proteína para cada grupo genético. Os valores determinados para proteína metabolizável de manutenção (PM_m) variaram de 3,17 a 3,82 g/kg $PV^{0,75}$ e para proteína líquida de manutenção (PL_m) de 2,10 a 2,65 g/kg $PV^{0,75}$, entre os grupos genéticos avaliados. A eficiência de uso da proteína para manutenção (k_{pm}) variou de 0,64 a 0,69 e para ganho de peso (k_{pg}) de 0,41 a 0,67. As exigências nutricionais de proteína para manutenção não diferiram entre os grupos genéticos avaliados. Ainda os dados avaliados foram diferentes que os reportados em literatura internacional, acentuando a importância de estudos com ovinos criados em climas tropicais.

PALAVRAS-CHAVES: Abate comparativo. Cruzamento. Eficiência. Ovinos. Proteína metabolizável. Raças.

NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF PROTEIN FOR MAINTENANCE AND WEIGHT GAIN OF LAMBS OF SEVEN GENETIC GROUPS

ABSTRACT

The objective of this study was to determine and compare the nutritional requirements of protein for maintenance and weight gain of lambs of the breeds White Dorper (WD), Ile de France (IF), Texel (T), Santa Ines (SI) and their $\frac{1}{2}$ crosses WD + $\frac{1}{2}$ SI, $\frac{1}{2}$ IF + $\frac{1}{2}$ SI and $\frac{1}{2}$ T + $\frac{1}{2}$ SI. 218 male lambs, un castrated, with an average age of 90 days were used to obtain different body composition verified by the technique of comparative slaughter. After an adaptation period of 21 days, eight lambs from each genetic group were slaughtered to determine the initial body composition. The remaining animals were distributed in blocks at random in three estimated gains of: 1.5; 0.750 and 0.200 kg/day, for 42 days. Regression analysis was used to determine the protein requirements for each genetic group. The values determined for metabolizable maintenance protein (MP_m) ranged from 3.17 to 3.82 g/kg $PV^{0.75}$ and for liquid maintenance protein (NP_m) from 2.10 to 2.65 g/kg $PV^{0.75}$, among the evaluated genetic groups. The efficiency of protein use for maintenance (k_{pm}) ranged from 0.64 to 0.69 and for weight gain (k_{pg}) from 0.41 to 0.67. Nutritional protein requirements for maintenance did not differ between the evaluated genetic groups. Still, the evaluated data were different than those reported in international literature, emphasizing the importance of studies with sheep raised in tropical climates.

KEY WORDS: Breeds. Comparative slaughter. Cross breed. Efficiency. Metabolizable protein. Ovine.

Introdução

Os sistemas de produção de cordeiros para corte ao redor do mundo comumente utilizam as exigências nutricionais sugeridas pelos comitês internacionais (COSTA et al., 2013; PEREIRA et al., 2014; GALVANI et al., 2014; PEREIRA et al., 2016; PEREIRA et al., 2018). Uma única recomendação nutricional para diferentes grupos genéticos sob diversas condições climáticas pode não ser o mais indicado (MARAI et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2017; PEREIRA et al., 2018), pois as necessidades e a forma de utilização de nutrientes pelos animais são variáveis (FERNANDES et al., 2007; GALVANI et al., 2008; GALVANI et al., 2009; XU et al., 2015).

De modo geral, o bom desempenho está associado a maiores níveis de exigências nutricionais e nos cruzamentos há maior potencial de crescimento dos animais (BAKER et al., 1989; BULLE et al., 2002), o que pode levar a necessidade de ajuste no plano nutricional para animais de diferentes grupos genéticos (MARCONDES et al., 2011).

Nestas circunstâncias, este estudo foi realizado para determinar e comparar as exigências nutricionais de proteína metabolizável e líquida para manutenção e ganho de peso em cordeiros de quatro raças, White Dorper (WD), Ile de France (IF), Texel (T) e Santa Inês (SI), e de três cruzamentos, $\frac{1}{2}$ WD + $\frac{1}{2}$ SI, $\frac{1}{2}$ IF + $\frac{1}{2}$ SI e $\frac{1}{2}$ T + $\frac{1}{2}$ SI, na região sudeste do Brasil.

Material e métodos

O experimento realizado bem como os procedimentos foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, São Paulo, Brasil, sob protocolo PRT n°08/2016.

Local

O confinamento foi conduzido na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos, São Paulo. Cujas condições climáticas de Köppen-Geiger de Aw (tropical semiúmido caracterizado por verão chuvoso e inverno seco), com temperatura média de 22,7°C. Os animais foram provenientes do rebanho da própria Embrapa Pecuária Sudeste, identificados ao nascer e após 90 dias foram desmamados e alocados em baias individuais (1,3 m²) com estrados de madeira removível no piso, cochos individuais e bebedouros para cada duas baias, estas eram individuais dentro de galpão coberto, com aberturas superiores laterais protegidas por cortina e com ventiladores/aspersores que eram acionados automaticamente quando a temperatura ambiente de dentro do galpão ultrapassasse de 27 °C e a umidade relativa do ar abaixo de 40%, considerando essas informações os ventiladores foram acionados 129 vezes e os aspersores 32 vezes.

Animais e alimentação

Foram utilizados 218 cordeiros machos, não castrados com 90 dias de idade, sendo 26 animais da raça Texel (T) e 32 animais de cada um dos seguintes grupos genéticos (GG): White Dorper (WD), Ile de France (IF), Santa Inês (SI), e seus cruzamentos $\frac{1}{2}$ WD + $\frac{1}{2}$ SI, $\frac{1}{2}$ IF + $\frac{1}{2}$ SI e $\frac{1}{2}$ T + $\frac{1}{2}$ SI.

Os cordeiros foram produzidos a partir do cruzamento de matrizes com diversos reprodutores de cada raça, criados a pasto com acesso a *creep feeding* e desmamados em sistema de confinamento. A raça brasileira Santa Inês correspondeu como única raça materna e as raças White Dorper, Ile de France e Texel foram utilizadas como raças paternas para comporem os grupos de animais cruzados.

Foi utilizada apenas uma dieta, na forma peletizada, composta por feno de alfafa (*Medicago sativa*) e concentrado (Tabela 1), formulada para proporcionar ganho de peso de 250 g/dia a partir das recomendações do NRC (2007). A dieta foi fornecida diariamente às 08h00min e 16h00min. A adaptação foi realizada por período de 21 dias, iniciando com o fracionamento da oferta de alimento nos cinco primeiros dias, até consumo para ganho estimado de 1,5 kg/dia.

Tabela 1 - Ingredientes e composição química da dieta expressos na matéria seca

Item	grama por 100 gramas
Ingrediente	
Feno de alfafa	10,00
Milho em grão moído	65,68
Farelo de soja	13,10
Ureia	0,80
Bicarbonato de sódio	0,35
Cloreto de Sódio	1,31
Minerais/Vitaminas	2,76
Caulim	6,00
Níveis nutricionais	
Nutrientes digestíveis totais	80,82
Proteína bruta	18,25
Proteína degradável no rúmen	3,02
Extrato etéreo	3,81
Fibra em detergente neutro	11,49
Fibra em detergente ácido	8,46

Níveis de garantia do produto por kg: Cálcio (Mín) 10 g, Cobalto (Mín) 1,07 mg, Cobre (Mín) 12 mg, Enxofre (Mín) 4960,0 mg, Fósforo (Mín) 2840,0 mg, Iodo (Mín) 0,838 mg, Manganês (Mín) 35,8946 mg, Selênio (Mín) 0,20 mg, Sódio (Mín) 6100,0 mg, Zinco (Mín) 52,7605 mg.

Fonte: Elaborados a partir de dados da pesquisa

Ao final da adaptação foi realizado abate de seis cordeiros Texel e oito cordeiros de cada um dos demais grupos genéticos estudados, totalizando 54 cordeiros, distribuídos aleatoriamente após consideração sobre pai, mãe e tipo de parto (gemelar ou não). Estes animais foram denominados como animais de referência (AR), e sua composição química corporal, expressa em porcentagem (Tabela 2). O peso corporal em jejum foi determinado como o peso corporal após 14 horas de jejum de sólidos.

Tabela 2 - Composição química, em porcentagem, do corpo vazio dos ovinos-referência de sete grupos genéticos (GG)

Grupo genético	<i>n</i>	Corpo Vazio Final (kg)	Água (%)	Extrato etéreo (%)	Proteína (%)	Minerais (%)
White Dorper (WD)	8	21,84	63,15 ± 0,97	11,99 ± 0,96	18,80 ± 0,49	6,05 ± 0,25
Ile de France (F)	8	25,36	60,77 ± 1,03	14,56 ± 1,01	17,18 ± 0,52	7,49 ± 0,27
Texel (T)	6	24,71	62,92 ± 1,17	12,57 ± 0,95	17,20 ± 0,60	7,54 ± 0,31
Santa Inês (SI)	8	19,91	62,15 ± 0,97	12,34 ± 1,16	18,34 ± 0,49	6,95 ± 0,25
½ WD + ½ SI	8	21,03	62,84 ± 1,07	12,42 ± 1,05	17,66 ± 0,54	7,08 ± 0,28
½ IF + ½ SI	8	22,83	62,14 ± 1,03	12,88 ± 1,02	17,91 ± 0,53	7,07 ± 0,26
½ T + ½ SI	8	23,42	62,28 ± 0,97	12,04 ± 0,95	18,61 ± 0,49	7,08 ± 0,25

n: número de repetição de animais

Em seguida, os demais animais foram distribuídos aleatoriamente, segundo o NRC, para ganho estimado de: 1,5; 0,750 e 0,200 kg/dia. A dieta, nessa fase, foi ajustada para o ganho de 1,5 kg/dia prevendo sobra de aproximadamente 5% do ofertado e para os cordeiros com ganhos de 0,750 e 0,200 kg/dia foi ajustada semanalmente em função do peso dos animais sem jejum.

Amostragem, determinação da digestibilidade da dieta e abate

A digestibilidade aparente da dieta foi realizada nos três ganhos estimados para cada GG e foi determinada pelo método de coleta total de fezes. Os animais de cada grupo foram divididos nos mesmos níveis ganhos estimados como na determinação da exigência nutricional. Cada GG contou com 18 animais, sendo distribuídos seis animais para cada ganho estimado. Excepcionalmente para o Texel foram utilizados nove animais, consistindo em três animais para cada ganho estimado. No total foram utilizados 117 animais.

A adaptação alimentar foi 21 dias com consumo de ganho estimado de 1,5 kg/dia e quatro dias da adaptação às bolsas coletoras de fezes. O período de coleta de amostras do alimento oferecido, das sobras e das fezes foram de seis dias consecutivos, logo após a pesagem das sobras.

Os cordeiros foram pesados após jejum de sólidos de 14 horas, antes e depois do período de coleta das amostras.

A determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente das frações de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e carboidrato não fibroso (CNF) nos três ganhos estimados em cada GG foi calculado segundo Silva & Leão (1979). O NDT na dieta foi calculado segundo Weiss et al. (1992) e NRC (2001).

Os animais foram pesados semanalmente e assim foi calculado o ganho de peso corporal (GPC). O ensaio experimental para determinação da exigência nutricional de proteína durou 42 dias, tempo para ter diferentes composições corporais. O abate ocorreu em dois momentos, o primeiro após 21 dias de adaptação e o segundo após 42 dias de confinamento. Os mesmos foram pesados após jejum de sólidos por 14 horas.

O sangue foi coletado, pesado e amostrado. Os componentes do trato gastrointestinal foram separados e pesados com digesta e posteriormente foram lavados e pesados novamente. Os demais componentes corporais: cabeça + patas + couro, vísceras e carcaça, de cada animal, também foram pesados e separados. O peso do corpo vazio (PCVz) foi definido como o peso das seguintes frações: sangue, cabeça + patas + couro, vísceras e carcaça. A carcaça foi dividida longitudinalmente.

As vísceras, o lado esquerdo da carcaça, da cabeça e do couro, bem como as patas esquerdas foram congeladas, reduzidos a pedaços menores com auxílio de serra fita (Skymssen, modelo SPA-282L-N, Brusque, Santa Catarina, Brasil) e triturados, separadamente, em moedor de carne industrial (Frigmann-Hermann, modelo OS-9507, Itupeva, São Paulo, Brasil) por quatro vezes para obtenção uma pasta homogênea. Quatro sub-amostras de aproximadamente 35 g de cada fração sólida por animal foram colocadas em placas de Petri, pesadas e congeladas a -20 °C até as análises. Para o sangue foram congeladas integralmente quatro amostras de 50 ml por animal.

Para determinação do peso do corpo vazio inicial (PCVzI) oito animais por grupo genético, exceto o Texel com seis cordeiros, totalizando 54 cordeiros, foram abatidos após o período de adaptação de 21 dias, e utilizados na determinação de equações para estimar o peso do corpo vazio a partir do peso vivo em jejum, ambos na mesma unidade (kg), dos animais que permaneceram em confinamento. Houve interação entre o peso corporal final e GG ($P < 0,05$) por isso o desenvolvimento de uma equação para cada GG a fim de estimar o peso do corpo vazio inicial (PCVzI) a partir do peso corporal em jejum (PCj) (Tabela 3).

Tabela 3 - Equação do peso de corpo vazio inicial (PCVzI) em função do peso do corpo em jejum (PCj) para os sete grupos genéticos

Grupo genético	<i>n</i>	Equação	R ^{2*}
WD	8	PCVzI = -0,833 + 0,910 PCj	0,99
IF	8	PCVzI = -0,149 + 0,879 PCj	0,98
T	6	PCVzI = -0,604 + 0,909 PCj	0,99
SI	8	PCVzI = -3,026 + 1,028 PCj	0,99
½ WD + ½ SI	8	PCVzI = 0,542 + 0,843 PCj	0,97
½ IF + ½ SI	8	PCVzI = 1,370 + 0,819 PCj	0,99
½ T + ½ SI	8	PCVzI = -1,721 + 0,956 PCj	0,99

n: número de repetição de animais; *R²: Coeficiente de determinação

A determinação do peso do corpo vazio final (PCVzF) foi obtida pela pesagem após o período de confinamento de oito cordeiros para cada ganho estimado, exceto o Texel com sete animais, em ganho de 0,750 kg/dia e seis animais em 0,200 kg/dia, totalizando 164 cordeiros.

Análises químicas

Alimentos, sobras de alimentos e fezes

A dieta e as sobras individuais foram amostradas diariamente. Ao final, foram homogeneizadas e novamente amostradas para comporem uma amostra de dieta e uma de sobra por animal, que foram secas em estufa a 55°C por 72 horas, moídas em partículas menores que um mm e armazenadas até a análise. O mesmo procedimento foi realizado com os alimentos, sobras de alimentos e fezes do ensaio de digestibilidade. As amostras foram analisadas quanto ao teor de matéria seca (MS), PB, EE, matéria mineral (MM), FDN_{cp}, lignina (AOAC,1995) fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991) e CNF (SNIFFEN et al., 1992).

Componentes corporais

As frações sangue, cabeça + patas + couro, vísceras e carcaça foram secas em liofilizador por aproximadamente 36 horas para determinação do teor de matéria seca. Posteriormente, as amostras foram moídas com gelo seco em liquidificador industrial, armazenadas em recipientes fechados para posterior análise química dos teores de MS, EE, PB e MM (AOAC, 1995).

Determinação da exigência de proteína

Para cada grupo genético foi determinada a exigência de proteína metabolizável (PM) e líquida (PL) para manutenção (PM_m e PL_m) e ganho de peso (PM_g e PL_g). A proteína líquida (PL)

foi calculada a partir da PM, considerando a eficiência de uso da PM obtida para cada grupo genético em consumo *ad libitum* (CANNAS et al., 2004; NRC, 2007). Para determinar a ingestão de proteína dietética metabolizável foi a partir da digestibilidade da proteína bruta obtida para cada grupo genético (GG) em função do nível de alimentação (NA):

$$PM = PB * Digestibilidade_{GG*NA}.$$

A determinação da exigência de proteína metabolizável para cada grupo genético foi obtida a partir da equação de regressão da ingestão de PM (g/dia/PV^{0,75}) em função do ganho de peso dos animais (g/dia), conforme Wilkerson et al. (1993). O intercepto da equação foi dividido pelo peso vivo médio metabólico dos animais e considerado como a exigência de proteína metabolizável para manutenção (PM_m) e o coeficiente de inclinação considerado a exigência para ganho de peso (WILKERSON et al., 1993).

A eficiência de utilização da proteína (k_p) foi calculada para manutenção (k_{pm}) e para ganho (k_{pg}) e foram calculadas segundo Galvani et al. (2009) e Ma et al. (2017). A exigência de proteína líquida foi calculada a partir da proteína metabolizável (CANNAS et al., 2004) considerando a eficiência de uso (k_{pm}) obtida para cada nível de alimentação e grupo genético por meio da relação entre a proteína retida no corpo vazio (g/kg PV^{0,75}) e a ingestão diária de proteína metabolizável (g/kg PV^{0,75}).

Análises estatísticas

A distribuição dos animais, para cada grupo genético, foi em blocos ao acaso, considerando o peso inicial como bloco, em quatro tratamentos: animais referência e ganhos estimados (1,5; 0,750 e 0,200 kg/dia). Utilizou-se análise de regressão para determinar as exigências nutricionais de proteína para cada grupo genético e os grupos genéticos foram comparados com Teste T considerando o intervalo de confiança para cada grupo genético. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa SAS® (SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA).

Resultados

A composição corporal expressa em quilogramas, teve efeito ($P < 0,05$) de grupo genético para todos os constituintes químicos (Tabela 4). Mas quando expressa em porcentagem, não houve efeito para proteína ($P > 0,05$).

Tabela 4 - Composição do corpo vazio final dos ovinos de sete grupos genéticos em três ganhos estimados, confinados por 42 dias

Grupo genético	<i>n</i>	Água (kg)	Extrato etéreo (kg)	Proteína (kg)	Minerais (kg)
WD	32	18,392 ± 0,633 ^{ab}	5,154 ± 0,340 ^a	4,824 ± 0,185 ^{ab}	0,847 ± 0,041 ^{ab}
IF	32	19,397 ± 0,636 ^{ab}	5,065 ± 0,343 ^{ab}	5,173 ± 0,186 ^{ab}	1,001 ± 0,041 ^a
T	26	20,314 ± 0,687 ^a	5,737 ± 0,370 ^{ab}	5,508 ± 0,201 ^a	0,977 ± 0,044 ^{ab}
SI	32	16,817 ± 0,647 ^b	4,685 ± 0,349 ^{ab}	4,560 ± 0,189 ^b	0,901 ± 0,042 ^{ab}
½ WD + ½ SI	32	17,515 ± 0,654 ^{ab}	4,070 ± 0,352 ^{ab}	4,559 ± 0,191 ^b	0,833 ± 0,042 ^b
½ IF + ½ SI	32	18,161 ± 0,674 ^{ab}	4,521 ± 0,363 ^{ab}	4,769 ± 0,197 ^{ab}	0,949 ± 0,043 ^{ab}
½ T + ½ SI	32	19,283 ± 0,622 ^{ab}	4,690 ± 0,335 ^b	5,109 ± 0,182 ^{ab}	0,994 ± 0,040 ^a
Fonte de variação	Nível de significância (Pr>F)				
GG		0,0058	0,0453	0,0073	0,0159
Grupo genético	<i>n</i>	Água (%)	Extrato etéreo (%)	Proteína (%)	Minerais (%)
WD	32	63,23 ± 0,54 ^{ab}	17,27 ± 0,60 ^a	16,57 ± 0,13	2,93 ± 0,06 ^b
IF	32	63,68 ± 0,54 ^{ab}	16,17 ± 0,60 ^{ab}	16,88 ± 0,14	3,26 ± 0,06 ^a
T	26	62,77 ± 0,58 ^b	17,18 ± 0,65 ^{ab}	17,03 ± 0,14	3,01 ± 0,06 ^b
SI	32	63,05 ± 0,55 ^{ab}	16,60 ± 0,61 ^{ab}	16,98 ± 0,14	3,36 ± 0,06 ^a
½ WD + ½ SI	32	65,26 ± 0,55 ^a	14,65 ± 0,62 ^b	16,94 ± 0,14	3,13 ± 0,06 ^a
½ IF + ½ SI	32	64,44 ± 0,57 ^{ab}	15,38 ± 0,64 ^{ab}	16,83 ± 0,14	3,35 ± 0,06 ^a
½ T + ½ SI	32	64,37 ± 0,53 ^{ab}	15,22 ± 0,59 ^{ab}	17,08 ± 0,13	3,32 ± 0,06 ^a
Fonte de variação	Nível de significância (Pr>F)				
GG		0,0134	0,0103	0,1400	<0,0001

GG: Grupo genético; *n*: número de repetição de animais. Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

Para determinação das exigências nutricionais de proteína metabolizável para manutenção e ganho foram testadas as igualdades das equações, sendo verificada a necessidade de ($P < 0,05$) gerar uma equação de regressão para cada grupo genético (Tabela 5), as quais tiveram coeficientes de determinação (R^2) de moderado a alto.

Tabela 5 - Equação de regressão da ingestão de proteína metabolizável (IPM) em função do ganho de peso diário (GPD) de cordeiros de sete grupos genéticos

Grupo genético	<i>n</i>	Equação	R^{2*}
WD	32	IPM = 43,021±16,153 + 500,670±69,516 GPD	0,78
IF	32	IPM = 40,953±15,879 + 470,593±57,846 GPD	0,80
T	26	IPM = 42,275±26,083 + 449,405±96,758 GPD	0,66
SI	32	IPM = 40,163±20,968 + 558,234±92,453 GPD	0,66
½ WD + ½ SI	32	IPM = 39,727±18,117 + 468,909 ±71,462 GPD	0,75
½ IF+ ½ SI	32	IPM = 42,256±21,384 + 481,515±77,468 GPD	0,71
½ T + ½ SI	32	IPM = 48,955±17,521 + 516,150±67,029 GPD	0,82

n: número de repetição de animais; * R^2 : Coeficiente de determinação

Os valores da exigência de proteína metabolizável para manutenção (PM_m), proteína líquida para manutenção (PL_m), proteína metabolizável para ganho (PM_g) e proteína líquida para ganho (PL_g) estão na Tabela 6. Quando avalia-se os grupos genéticos para PM_m , os dados indicam que não se deve considerar ajuste para os grupos genéticos de ovinos, quando a exigência de proteína for determinada por abate comparativo, pois não houve diferença para essa variável ($P > 0,05$), quando comparados os intervalos de confiança pelo Teste T.

Tabela 6 - Exigência de proteína metabolizável (PM_m) e líquida (PL_m) para manutenção (g/kg $PV^{0,75*}$) e proteína metabolizável (PM_g) e líquida (PL_g) para ganho de peso (g/100 g) em cordeiros de sete grupos genéticos

Grupo genético	PM_m	PL_m	PM_g	PL_g
WD	3,45	2,31	50,07	31,54
IF	3,21	2,10	47,06	19,29
T	3,17	2,18	44,94	30,11
SI	3,31	2,17	55,82	27,35
$\frac{1}{2}$ WD + $\frac{1}{2}$ SI	3,46	2,21	46,89	21,57
$\frac{1}{2}$ IF + $\frac{1}{2}$ SI	3,49	2,35	48,15	21,67
$\frac{1}{2}$ T + $\frac{1}{2}$ SI	3,82	2,65	51,61	22,19

* $PV^{0,75}$: peso vivo metabólico; Médias de proteína comparadas pelo Teste T

Alguns autores afirmam que animais cruzados apresentam maior potencial de crescimento, o que os leva a serem mais exigentes nos requisitos nutricionais (BAKER et al., 1989; BULLE et al., 2002; MARCONDES et al., 2011), e esse comportamento não foi observado para os cruzamentos do presente estudo, pois não houve diferença ($P > 0,05$) entre animais puros e cruzados.

Os valores determinados para PL_m para os sete grupos genéticos (Tabela 6) variaram de 2,10 a 2,65 g/kg $PV^{0,75}$. E considera-se a metodologia do abate comparativo mais precisa para determinação dessa exigência de proteína (MARTINS et al., 2019.)

Os valores de exigência de PM_g observados estão dentro do intervalo verificado por Ma et al. (2016) com fêmeas cruzadas Dorper, com valores que variaram de 21,0 g a 81,5 g para ganhos de peso de 100 a 350 g/dia. E também é válido para PL_g , considerando o mesmo trabalho de Ma et al. (2016), as exigências variaram de 10,9 a 42,4 g para os mesmos ganhos de 100 de 350 g/dia.

Para cordeiros em fase crescimento com idade de 4 meses, 30 kg de peso corporal e ganho de peso esperado de 200 g/dia os valores preditos neste trabalho variaram de 131 a 154 g/dia (Tabela 7), que são maiores à recomendação do NRC (2007): 84 g/dia de PM_g para essa categoria. Para o presente estudo, esse valor recomendado do NRC (2007) estaria mais próximo

à exigência de cordeiros com peso vivo de 20 kg e com ganho de 100 g/dia (aproximadamente 82 g/dia de PM_g - valor médio dos sete grupos genéticos).

Tabela 7 - Predição da exigência de proteína metabolizável (PM_g) para diferentes pesos e taxas de ganho de peso de cordeiros dos sete grupos genéticos

PV (kg)	GPV (g/dia)	Exigência de PM_g (g/dia)						
		WD	IF	T	SI	$\frac{1}{2}$ WD + $\frac{1}{2}$ SI	$\frac{1}{2}$ IF + $\frac{1}{2}$ SI	$\frac{1}{2}$ T + $\frac{1}{2}$ SI
20	100	83	77	75	87	80	81	88
	200	133	124	120	143	126	129	139
	300	183	172	165	199	173	177	191
30	100	94	88	86	98	91	93	101
	200	144	135	131	154	138	141	152
	300	194	182	175	210	185	189	204
40	100	105	98	95	109	102	104	112
	200	155	145	140	164	149	152	164
	300	205	192	185	220	196	200	216

PV: Peso vivo; GPV: Ganho de peso vivo

Os valores obtidos para a predição da exigência de proteína líquida para ganho de peso (Tabela 8) foram maiores que os valores encontrados na literatura (DENG et al., 2017; PEREIRA et al., 2017; COSTA et al., 2018), da mesma forma como observado para a exigência de proteína metabolizável para ganho de peso.

Tabela 8 - Predição da exigência de proteína líquida (PL_g) para diferentes pesos e taxas de ganho de peso de cordeiros dos sete grupos genéticos

PV (kg)	GPV (g/dia)	Exigência de PL_g (g/dia)						
		WD	IF	T	SI	$\frac{1}{2}$ WD + $\frac{1}{2}$ SI	$\frac{1}{2}$ IF + $\frac{1}{2}$ SI	$\frac{1}{2}$ T + $\frac{1}{2}$ SI
20	100	55	51	51	57	51	55	61
	200	89	82	82	94	81	87	97
	300	122	112	113	130	111	119	132
30	100	63	58	59	64	58	62	70
	200	96	89	90	101	88	95	105
	300	130	119	121	137	118	127	141
40	100	70	64	66	71	65	70	78
	200	104	95	96	107	95	102	114
	300	137	126	127	144	125	135	149

PV: Peso vivo; GPV: Ganho de peso vivo

A eficiência de uso da proteína metabolizável (k_{pm}) para manutenção (Tabela 9) não diferiu entre os grupos genéticos ($P > 0,05$) com média de 0,67, valor bem próximo do valor

adotado pelo NRC (2007) e ao observado por Galvani et al. (2009) de 0,66. Diferentemente, os valores determinados por Ma et al. (2017) e Pereira et al. (2017) foram menores, respectivamente de 0,42 e 0,57.

Tabela 9 - Eficiência de uso de proteína para manutenção (k_{pm}) e ganho de peso (k_{pg}) para cordeiros dos sete grupos genéticos

Grupo genético	k_{pm}	k_{pg}
WD	0,67	0,60
IF	0,66	0,41
T	0,69	0,67
SI	0,65	0,49
½ WD + ½ SI	0,64	0,46
½ IF+ ½ SI	0,67	0,45
½ T + ½ SI	0,69	0,43

Médias de eficiência de uso de proteína comparadas pelo Teste T

Discussão

Com aumento de peso vivo, diminui a concentração de proteína no corpo vazio e há aumento de extrato etéreo (BACKES et al., 2005), o que ocorreu com os presentes achados do estudo (Tabela 4) e também com a raça com Somalis (PEREIRA et al., 2016). Ainda, elementos como: idade, classe sexual, raça e grupo genético influenciam a curva fisiológica de crescimento animal, podendo interferir na composição corporal e consequentemente na exigência nutricional (NRC, 2007).

Quando comparamos as exigências de PM_m não foi verificada a necessidade de empregar a raça como ajuste, informação muito importante pois Cannas et al (2004) consideram que a variabilidade em ovinos para morfologia, mérito genético e produtividade é tão alta quanto em bovinos, cujo sistema nutricional utiliza a raça como fator de ajuste. Ainda em raças como Ile de France e Texel o crescimento de lã é incluído na exigência de pois a quantidade de produção de lã é pequena durante o período utilizado para a estimativa das exigências nutricionais (NRC, 2007).

O valor de PM_m recomendado pelo NRC (2007) é 2,51 g/kg $PV^{0,75}$, e para todos os grupos genéticos os valores foram excedentes, possivelmente porque ruminantes criados em áreas quentes tropicais possuem maior exigência de proteína quando comparados com os propostos aos padrões internacionais (SALAH; SAUVANT; ARCHIMÈDE, 2014; PEREIRA et al., 2018). E concordam com o considerado pelo NRC (2007), que a exigência de PM_m para os ovinos são um pouco menores que para os bovinos em crescimento, 4,3 g/kg $PV^{0,75}$

(WILKERSON et al., 1993).

Ainda as diferenças nos valores encontrados na literatura para exigência de PM_m podem estar associadas às diferentes abordagens experimentais adotadas (DENG et al., 2017), às altas taxas de metabolismos nos órgãos e tecidos viscerais durante o crescimento (CSIRO, 1990; SALAH; SAUVANT; ARCHIMÈDE, 2014) e a altas temperaturas que aumentam a necessidade de aminoácidos absorvidos para o crescimento (BUNTING; STICKER; WOSNIAK, 1992 ; CONNORS; POPPI; CANT, 2008; SALAH; SAUVANT; ARCHIMÈDE, 2014). E mesmo essa variação entre resultados pode ser por conta da diferença na eficiência de reaproveitamento dos aminoácidos pelos tecidos e na relação entre síntese/degradação de proteína (REGADAS FILHO et al., 2011).

Os valores relatados na literatura para PM_m de 3,69 g/kg $PV^{0,75}$ com mestiços Dorper (DENG et al., 2017), de 3,24 g/kg $PV^{0,75}$ com Dorper $\times$ Han cauda fina (MA et al., 2016), 3,46 g/kg $PV^{0,75}$ com fêmeas de pelo (PEREIRA et al., 2018) e de 3,09 g/PCVZ^{0,75} em uma meta-análise para ovinos de pelo no Brasil tropical (OLIVEIRA et al., 2017) podem exemplificar essas alterações.

Os valores determinados para PL_m para os sete grupos genéticos (Tabela 6) foram distintos aos observados na literatura, como 2,03 g/kg $PV^{0,75}$ para cruzados Ile de France (SILVA et al., 2003), 1,52 g/kg PCVZ^{0,75}, para cruzados Texel (GALVANI et al., 2009), 1,73 g/kg $PV^{0,75}$ com Santa Inês (REGADAS FILHO et al., 2011), 1,83 g/kg $PV^{0,75}$ para a raça Morada Nova (COSTA et al., 2013), 1,56 g/kg $PV^{0,75}$ para cruzados Dorper (DENG et al., 2017) ou 1,72 g/kg $PV^{0,75}$ com mestiços Dorper (MA et al., 2017).

A metodologia do presente estudo calculou a ingestão de proteína metabolizável com base na composição da ração e ensaio de digestibilidade, sendo diferente de alguns autores, como por exemplo Galvani et al. (2009) – utilizou o nitrogênio microbiano estimado por derivados de purina e proteína não degradada no rúmen, assim explicando a discordância dos resultados (MARTINS et al., 2019)

Essas variações na PL_m são influenciadas pela capacidade de utilização da proteína metabolizável, que podem estar relacionadas às diferentes taxas de eficiência de uso de aminoácidos pelos tecidos durante o crescimento dos cordeiros e pela relação entre síntese e degradação de proteína que levam ao aumento ou diminuição na perda de nitrogênio na urina (NRC, 2007; GALVANI et al., 2009; REGADAS FILHO et al., 2011; COSTA et al., 2013).

Inclusive Martins et al. (2019) afirmam que são poucas pesquisas realizadas para considerar as exigências de proteína para manutenção em ovinos e essas diferenças nos valores relatados procedem por variações metodológicas, natureza das estimativas de proteína

metabolizável ingerida e de nitrogênio excretado na urina utilizadas nas equações e tudo isso interferiria diretamente nos valores das necessidades proteicas. E enfatiza a necessidade de padronizar as estimativas de proteína metabolizável (MARTINS et al., 2019).

Para as exigências de proteína de ganho de peso, seja metabolizável ou líquida, é difícil encontrar estudos que prezem esse tipo de exigências. No caso da PM_g do presente estudo, ela foi derivada de um ensaio de alimentação/digestibilidade, ou seja, específico para dieta. Sendo explicado pelo fluxo intestinal de aminoácidos em cordeiros, que é de origem microbiana e dietética. Ainda que a composição de aminoácidos da proteína microbiana seja relativamente constante, o rendimento da proteína microbiana e o conteúdo juntamente com a proporção de aminoácidos na proteína não degradável no rúmen variam com as dietas. Portanto o importante é a absorção de proteína metabolizável, ou seja, aminoácido é absorvido no intestino (NRC, 2007; MA et al., 2014; DENG et al., 2017)

A exigência de proteína líquida para ganho de peso (PL_g) variou de 19,29 g a 31,54 g para cordeiros com 30 kg e ganho médio diário de 100 g, sendo superior ao observado por Pereira et al. (2017) estudando a raça Santa Inês, em que encontrou valor de PL_g de 21,64 g/dia, para cordeiros com 20 kg de peso vivo e ganhos diários de 200 g/dia. Esses autores enfatizaram a importância de atualizar as tabelas dos comitês internacionais incluindo os dados obtidos com raças ovinas criadas em condições tropicais, visando à melhoria da eficiência produtiva dos animais.

Os valores preditos de PM_g (Tabela 7) estão diferentes do que são preconizados pelo NRC (2007), e fatores como: raça, estado fisiológico, e condições experimentais (MA et al., 2016) podem estar associados com essas diferenças. Esse mesmo comportamento foi observado para os valores preditos para PL_g (Tabela 8) e nesse caso pode ser explicado pelas diferenças nas taxas de maturidade entre as raças (RODRIGUES et al., 2016). Portanto essa variabilidade encontrada em PL_g pode ser atribuída as diferenças na maturidade corporal dos ovinos utilizados para estimar as exigências nutricionais de energia e proteína, mesmo com peso corporal semelhantes e isso causa diferenças na composição corporal e nas exigências de ganho. (GALVANI et al., 2009; RODRIGUES et al., 2016; PEREIRA et al., 2018).

Para a variável k_{pm} (Tabela 9), são necessários estudos complementares para eficiência da utilização da proteína metabolizável para manutenção em cordeiros (MA et al., 2016). Em parte, algumas das suposições utilizadas para estimar a ingestão de proteína metabolizável podem contribuir para a variabilidade de k_{pm} encontrada nos trabalhos, por existir distintos métodos para estimar a síntese de proteína microbiana no rúmen, que levam a valores variáveis (ROHR et al., 1986; GALVANI et al., 2009). Outro fator que pode contribuir para esta diferença

é a imprecisão associada aos modelos matemáticos (CANNAS et al., 2004) utilizados para estimar a ingestão de proteína não degradável no rúmen e os valores constantes usados para calcular as frações digestíveis da ingestão de proteína verdadeira microbiana e proteína não degradável no rúmen (CANNAS et al., 2004; PEREIRA et al., 2017).

A eficiência de uso de proteína metabolizável para ganho (k_{pg}) os valores dos grupos cruzados e da raça SI possuem uma peculiaridade (Tabela 9) cujo o primeiro grupo citado apresenta média de 0,45 e a SI valor de 0,49 para tal variável, podendo ser justificada por influência da raça materna em comum. As raças White Dorper (0,60) e Texel (0,67) também apresentaram esse comportamento na eficiência de uso de proteína para ganho, o que pode estar relacionado à maior capacidade de deposição de proteína no ganho em relação à raça Ile de France e Santa Inês.

Dados observados por Galvani et al. (2009) com cruzados Texel ($k_{pg}=0,71$) e por Ma et al. (2017) com mestiços Dorper ($k_{pg} = 0,86$), que são especializados para produção de carne, foram maiores que a k_{pg} de Santa Inês (0,28) observada por Pereira et al. (2017). Assim, parece haver uma indicação de que a raça Santa Inês seja menos eficiente no uso de proteína para ganho de peso e isso se reflete em seus cruzamentos.

E essa variabilidade identificada na k_{pm} e k_{pg} , na bibliografia, pode estar relacionada a diversos fatores, mas no presente estudo o fator grupo genético se mostrou relevante quanto à variabilidade na eficiência de uso da proteína dos alimentos, especialmente para ganho de peso (CANNAS et al., 2004; GALVANI et al., 2009; MA et al., 2016; MA et al., 2017).

Conclusões

As exigências nutricionais para proteína não diferiram entre os grupos genéticos avaliados. E a determinação de PM_m foi de 3,17 a 3,82 g/kg PV^{0,75} e para PL_m de 2,10 a 2,65 g/kg PV^{0,75}, quando determinadas pela técnica do abate comparativo.

Agradecimentos

A Embrapa Pecuária Sudeste pela estrutura física, pelos animais utilizados na condução do experimento e também por fornecer a mão de obra para o desenvolvimento da pesquisa. A Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios de São José do Rio Preto – SP por permitir a utilização do Laboratório de Carnes para armazenar e preparar as amostras. Ao Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA), Universidade de São Paulo (USP), pelas análises químicas desse estudo.

Financiamento

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (2011/51564-6) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 pelo apoio ao presente estudo.

Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 16th ed. Washington, DC.; AOAC, 1995. 2000 p.
- BACKES, A.A. et al. Body composition and energy and protein requirements of dairy crossbreeds and zebu bovines, castrated, in the growing and fattening phases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.257–267, 2005.
- BAKER, J.F. et al. Comparison of cattle of a five-breed diallel: size, growth, condition and pubertal characters of second-generation heifers. **Journal of Animal Science**, v.67, n.5, p.1218-1229, 1989.
- BULLE, M.L.M. et al. Desempenho de tourinhos cruzados em dietas de altos teores de concentrado com bagaço de cana-de-açúcar como único volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.444-450, 2002.
- BUNTING, L.D.; STICKER, L.S.; WOSNIAK, P.J. Effect of ruminal escape protein and fat on nitrogen utilization in lambs exposed to elevated ambient temperatures. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1518–1525, 1992.
- CANNAS, A. et al. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. **Journal of Animal Science**, v.82, p.149-169, 2004.
- CONNORS, M.T.; POPPI, D.P.; CANT, J.P. Protein elongation rates in tissues of growing and adult sheep. **Journal of Animal Science**, v.86, p.2288–2295, 2008.
- COSTA, M.R.G.F. et al. Body composition and net energy and protein requirements of Morada Nova lambs. **Small Ruminant Research**, v.114, p.206-213, 2013.
- COSTA, N.G. et al. Net protein and energy requirements for weight gain of Santa Inês and Morada Nova Sheep. **Livestock Science**, v.214, p.288–292, 2018.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION – CSIRO. **Feeding standards for Australian livestock, ruminants. Standing Committee on Agriculture**, CSIRO Publications, Melbourne, Australia, 1990. 266pp.
- DENG, K.D. et al. Metabolizable protein requirements of Dorper crossbred ram lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v.223, p.149-155, 2017.
- FERNANDES, M.H.M.R. et al. Energy and protein requirements for maintenance and growth of Boer crossbred kids. **Journal Animal Science**, v.85, p.1014-1023, 2007.
- GALVANI, D.B. et al. Energy requirements of Texel crossbred lambs. **Journal of Animal Science**, v.86, p.3480-3490, 2008.

GALVANI, D.B. et al. Protein requirements of Texel crossbred lambs. **Small Ruminant Research**, v.81, p.55-62, 2009.

GALVANI, D.B. et al. Energy efficiency of growing ram lambs fed concentrate-based diets with different roughage sources. **Journal of Animal Science**, v.92, p.250-253, 2014.

MA, T., et al. Effect of dietary forage-to-concentrate ratios on urinary excretion of purine derivatives and microbial nitrogen yields in the rumen of Dorper crossbred sheep. **Livestock Science**, v. 160, p.37-44, 2014.

MA, T. et al. Protein requirements of early-weaned Dorper crossbred female lambs. **Journal of Integrative Agriculture**, v.16, p.1138-1144, 2016.

MA, T. et al. Net protein and metabolizable protein requirements for maintenance and growth of early-weaned Dorper crossbred male lambs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.8, p.40-49, 2017.

MARAI, I.F.M. et al. Physiological traits as affected by heat stress in sheep-a review. **Small Ruminant Research**. v.71, p.1-12, 2007.

MARCONDES, M.I. et al. Exigências de energia de animais Nelore puros e mestiços com as raças Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.872-881, 2011.

MARTINS, A.A. et al. Energy and protein requirements for maintenance of Texel lambs. **Animal**, v.13, p.1-9. 2019.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington: National Academy Press, 2007. 384 p.

_____. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. Washington, 2001. 381p.

_____. **Nutrient requeriments of beef cattle**. Washington, 1996. 244p.

OLIVEIRA, A.P. et al. Meta-analysis of the energy and protein requirements of hair sheep raised in the tropical region of Brazil. **Journal of Animal Physiologic and Animal Nutrition**. 2017; 00:1-9. <https://doi.org/10.1111/jpn.12700>

PEREIRA, E.S. et al. Body Composition and Net Energy Requirements. **Italian Journal of Animal Science**, v.13, p.880-886, 2014.

PEREIRA, E.S. et al. Requirements of protein for maintenance and growth in ram hair lambs. **Tropical Animal Health and Production**, v.48, p.1323-1327, 2016.

PEREIRA, E.S. et al. Energy and protein requirements of Santa Ines lambs, a breed of hair sheep. **Journal of Animal Science**, v.11(12), p.2165-2174, 2017.

PEREIRA, E.S. et al. Maintenance and growth requirements in male and female hair lambs. **Small Ruminant Research**, v.159, p.75-83, 2018.

REGADAS FILHO, J.G.L. et al. Composição corporal e exigências líquidas proteicas de ovinos Santa Inês em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1339-1346, 2011.

RODRIGUES, R.T.S. et al. Energy and protein requirements of non-descript breed hair lambs of different sex classes in the semiarid region of Brazil. **Tropical Animal Health and**

Production, v.48, p.87-94, 2016.

ROHR, K. et al. Prediction of duodenal flow of non-ammonia nitrogen and amino acid nitrogen in dairy cows. **Livestock Production Science**, v.14, p.29-40, 1986.

SALAH, N.; SAUVANT, D.; ARCHIMÈDE, H. Nutritional requirements of sheep, goats and cattle in warm climates: a meta-analysis. **Journal of Animal Science**, v.8, p.1439-1447, 2014.

SILVA, J.F.C; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocercos, 1979. 380p.

SILVA, A.M.A. et al. Net requirements of protein and energy for maintenance of wool and hair lambs in a tropical region. **Small Ruminant Research**, v.49, p.165-171, 2003.

SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral-detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; ST. PIERRE, N.R. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v.39, p.95-110, 1992.

WILKERSON, V.A. et al. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2777-2784, 1993.

XU, G.S. et al. Energy requirements for maintenance and growth of early-weaned Dorper crossbred male lambs. **Livestock Science**, v.177, p.71-78, 2015.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a crise da lã, a ovinocultura no Brasil ampliou-se para o mercado da carne. Para ser uma cultura eficiente existem alguns pontos determinantes para o sucesso da mesma, constituindo a nutrição item de maior custo e conectada ao êxito dessa criação. Ainda como contribuição na criação de ovinos, podemos empregar os cruzamentos visando melhoria do rendimento de carcaça, com aumento da produtividade com a utilização das diferenças genéticas de forma positiva.

O Brasil é caracterizado por um clima tropical com uma variedade de raças lanadas e deslanadas. E as dietas para ovinos em nosso País são formuladas baseando-se em Comitês Internacionais, cujo clima é temperado ou frio e as raças destes locais são basicamente lanadas.

Ainda são poucos os trabalhos no País que buscam determinar as exigências nutricionais para ovinos e há grande variação nos existentes, sendo assim necessário a realização de mais estudos sobre a exigência nutricional de energia e proteína dessa espécie criada em clima tropical, ressaltando a característica de cada metodologia.

Diante dos dados encontrados são visíveis que os grupos genéticos avaliados apresentaram diferentes exigências nutricionais, seja para energia ou proteína, do que foi indicado na literatura e evidencia a necessidade de mais pesquisas envolvendo essa temática de exigência nutricional para ovinos. Mas quando comparados entre eles, pelo teste T, as exigências de energia e proteína foram iguais para manutenção.

Portanto são necessários mais estudos comparando os diferentes grupos genéticos para determinação das exigências nutricionais e dessa forma tornar as recomendações mais acuradas. E a partir disso reunir essas informações com os demais dados que já são utilizados, para melhorar a eficiência do sistema de produção.

“Descobrir consiste em olhar para o que todo mundo está vendo e pensar uma coisa diferente”.

(Roger Von Oech)