

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO**

**CONSUMO E GANHO RESIDUAL NO DESEMPENHO,
CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E QUALIDADE DA
CARNE DE CORDEIROS CONFINADOS**

Mayara Mitiko Yoshihara Carneiro

**CAMPO GRANDE, MS
2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO**

**CONSUMO E GANHO RESIDUAL NO DESEMPENHO,
CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E QUALIDADE DA
CARNE DE CORDEIROS CONFINADOS**

Residual intake and gain on the performance, carcass characteristics and meat
quality of lambs confined

Mayara Mitiko Yoshihara Carneiro

**Orientadora: Profa. Dra. Maria da Graça Morais
Co-orientadora: Dra. Andréa Roberto Duarte Lopes Souza**

Tese apresentada à Universidade Federal de
Mato Grosso do Sul, como requisito à
obtenção do título de Doutora em Ciência
Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

Certificado de aprovação

MAYARA MITIKO YOSHIHARA CARNEIRO

Consumo e ganho residual no desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros confinados

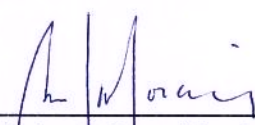
Residual intake and gain on the performance, carcass characteristics and meat quality of lambs confined.

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de doutora em Ciência Animal.

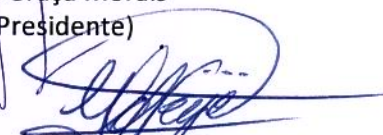
Área de concentração:
Produção Animal.

Aprovado(a) em: 19-12-2017

BANCA EXAMINADORA:



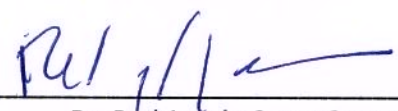
Dra. Maria da Graça Moraes
(UFMS) – (Presidente)



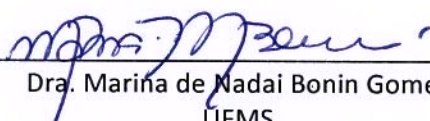
Dr. Gelson Luís Dias Feijó
EMBRAPA



Dr. Gumercindo Lorian Franco
UFMS



Dr. Rodrigo da Costa Gomes
EMBRAPA



Dra. Marina de Nadai Bonin Gomes
UFMS

Dedicatória

Aos meus pais Wilson e Ramona pela dedicação, ensinamentos, confiança e amor incondicional.

Ao meu amor e companheiro Érico que sempre esteve ao meu lado, tanto nos momentos de felicidades como nos de dificuldades e por me dar o presente mais lindo, a nossa Melissa, fonte de inspiração, a quem também dedico.

À minha vó Lorika, meu irmão Marcelo e minha sobrinha Sarah pelo incentivo e momentos felizes e inesquecíveis que passamos juntos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus pela vida, fé, força e por estar sempre ao meu lado.

À minha orientadora profa. Dra. Maria da Graça Morais, pela oportunidade, confiança, compreensão, conselhos e ensinamentos transmitidos durante todo o curso de doutorado que sempre serão lembrados com admiração e carinho.

À profa. Dra. Marina de Nadai Bonin Gomes pela dedicação nas análises de ultrassonografia nos animais e nas avaliações de carcaça ao abate.

Ao prof. Dr. Henrique Jorge Fernandes pelo auxílio e paciência nas análises estatísticas do trabalho.

Aos integrantes do Grupo de Estudos em Produção e Nutrição de Ruminantes (GEPRON), Catherine Cecília Walker, Bruna Biava de Menezes, Tereza Gabriela da Costa, Andréa Roberto Duarte Lopes Souza, Raffael Souza e a todos estagiários que auxiliaram na condução do experimento.

Aos funcionários da UFMS, em especial aos técnicos do Laboratório de Nutrição Animal Sr. Antônio Peres Straviz e à química Adriana Garabini pelas conversas prazerosas e colaboração na realização desse trabalho.

Aos Doutores, membros das bancas de Qualificação e Defesa Profa. Dra. Marcella Cândida D'Oliveira, Prof. Dr. Henrique Jorge Fernandes, Dra. Andréa Roberto Duarte Lopes Souza, Dr. Gelson Luís Dias Feijó, Prof. Dr. Gumercindo Loriani Franco, Dr. Rodrigo da Costa Gomes e Profa. Dra. Marina de Nadai Bonin Gomes por compartilharem seus conhecimentos e contribuírem para melhoria deste trabalho.

Ao meu marido e amigo Érico Celso Carneiro Filho, por todo apoio e auxílio na condução desse experimento, pela paciência e compreensão nos momentos difíceis, dedicação, amor e principalmente pela nossa filha Melissa Sayuri Yoshihara Carneiro.

À minha família, em especial aos meus pais, Wilson Shizuo Yoshihara e Ramona Mareco Irala Yoshihara, pelo exemplo de caráter, educação, incentivo e amor, que nunca faltaram em toda minha trajetória.

Ao meu irmão, Marcelo T. Yoshihara, minha cunhada, Cristiane R. F. Yoshihara, minha sobrinha e afilhada Sarah H. F. Yoshihara, aos meus avós, Atumi Yoshihara e Lorika Yoshihara pelo incentivo, dedicação e amor.

Aos meus sogros, Érico C. Carneiro e Irene K. Carneiro e, minha cunhada Tamiris E. K. Carneiro pelos momentos de felicidade.

Aos meus amigos Caroline B. Ribeiro, Waldinei Caballero, Raizza F. A. T. Rocha,

Anderson L. L. Bento, Camila M. da Cunha, Luiz H. X. da Silva, Cristiani Cavilhão, Tatiane Cavalheiro, Gabriela M. Rubert e Tatiane Fernandes pela amizade, incentivo e momentos maravilhosos que serão guardados com muito carinho.

Ao programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pela oportunidade de realização do doutorado.

À Embrapa Gado de Corte, em especial ao Dr. Gelson Luís Dias Feijó pela colaboração na realização desse trabalho.

À empresa Macal Nutrição Animal pelo fornecimento do concentrado utilizado no experimento.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo na modalidade doutorado e à FUNDECT pelo suporte financeiro na realização do projeto.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram com a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos. Muito obrigada de coração!!

“O exercício diário leva ao aprimoramento, o aprimoramento diário conduz a superação, a superação propicia a excelência, a excelência diária atinge o sucesso.”

Alexandre Fontelles

Resumo

YOSHIHARA CARNEIRO, M. M. Consumo e ganho residual no desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros confinados. 2017. 112f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2017.

Em busca de uma medida que seja capaz de identificar animais eficientes, inúmeros índices de eficiência alimentar têm sido propostos na literatura científica. Contudo, devido as limitações dos mesmos, principalmente em relação as alterações na composição corporal, características de crescimento e tamanho adulto dos animais, foi proposto o índice consumo e ganho residual (CGR) com a finalidade de identificar animais com maiores taxas de crescimento e menor consumo de alimentos sem diferenças no peso corporal final. Assim, objetivou-se avaliar o desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros de diferentes classes de CGR. Foram confinados 77 cordeiros mestiços Texel ($\frac{1}{4}$ Pantaneira + $\frac{3}{4}$ Texel), machos, não castrados em duas etapas: na primeira foram avaliados 47 cordeiros com peso médio inicial de $29,9 \pm 5,5$ kg e 3 a 5 meses de idade e na segunda 30 cordeiros com peso médio inicial de $22,4 \pm 3,3$ kg e 2 a 4 meses de idade. O consumo de matéria seca (CMS) e ganho médio diário (GMD) foram avaliados por 70 dias. Os animais foram classificados em três classes de CGR: alto (eficiente), médio (intermediário) ou baixo (ineficiente), com base no desvio padrão dessa variável. Foram obtidas as medidas biométricas *in vivo*, área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) no músculo *Longissimus thoracis* no final do período experimental. Posteriormente, os animais foram abatidos para estudo dos componentes não-carcaça, características de carcaça, composição tecidual da carcaça estimada a partir da seção HH, análise instrumental, composição centesimal e perfil de ácidos graxos (AG) da gordura intramuscular dos músculos *Semimembranosus* (pernil), *Triceps brachii* (paleta) e *Longissimus thoracis* (lombo). Não foram observadas diferenças entre as classes de CGR para consumo de nutrientes e medidas biométricas *in vivo* e na carcaça. Os animais eficientes apresentaram ganho médio diário 16,1% superior e melhorias para todos os índices de eficiência avaliados (conversão alimentar, eficiência alimentar, taxa relativa de crescimento, índice de Kleiber, consumo alimentar residual e ganho residual) comparados aos ineficientes. Os animais eficientes e intermediários tiveram maior rendimento de pele/lã e menores de testículos/bolsa escrotal e depósitos de gordura omental, mesentérica, omental/mesentérica e total. Não houve influência do CGR para AOL e EGS obtidas *in vivo* e na carcaça, pesos e rendimentos das carcaças e dos cortes cárneos e composição tecidual da carcaça. O teor de matéria mineral no pernil e umidade na paleta foi menor para os animais ineficientes. Os animais eficientes apresentaram menor concentração no total de AG saturados, monoinsaturados e polinsaturados no *Semimembranosus* e *Longissimus thoracis*. Os animais eficientes e intermediários apresentaram melhor relação AGMI:AGS e AG hipocolesterolêmicos:hipercolesterolêmicos e índices aterogênico e trombogênico (IT) no pernil e IT no lombo. A identificação de cordeiros eficientes pelo CGR garante maiores taxas de crescimento, não prejudica as características de carcaça, composição corporal e qualidade da carne, e promove mudanças benéficas no perfil lipídico da gordura intramuscular, tornando-a mais saudáveis ao consumo humano.

Palavras-chave: composição corporal. depósitos de gordura. eficiência alimentar. ovinos. perfil de ácidos graxos. Texel.

Abstract

YOSHIHARA CARNEIRO, M. M. Residual intake and gain on the performance, carcass characteristics and meat quality of lambs confined. 2017. 112f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2017.

In search of a measure able of identifying efficient animals, innumerable feed efficiency indexes were proposed in the scientific literature. However, due to their limitations, mainly in relation to changes in body composition, growth characteristics and the adult size of the animals, it was proposed the residual intake and gain (RIG) index, with the purpose of identifying animals with higher growth rates and lower feed consumption without differences in final body weight. Thus, it was aimed to evaluate their performance, carcass characteristics and meat quality of lambs of different classes of RIG. Were feedlot finished 77 Texel crossbreed lambs ($\frac{1}{4}$ Pantaneira + $\frac{3}{4}$ Texel), males, not castrated in two steps: in the first step 47 lambs were evaluated with initial mean weight of 29.9 ± 5.5 kg and 3 to 5 months old; in the second stage 30 lambs with initial mean weight of 22.4 ± 3.3 kg and 2 to 4 months old. The dry matter intake (DMI) and average daily gain (ADG) were evaluated individually for 70 days. The animals were classified in to three classes of RIG: high (efficient), medium (intermediary) or low (inefficient), based on the standard deviation of this variable. Biometric measurements were performed, rib eye area (REA) and backfat thickness (BF) of *Longissimus thoracis* at the end of the trial period. Posteriorly, the animals were slaughtered for study of non-carcass components, carcass characteristics, tissue composition of the carcass estimated from the HH section, instrumental analysis, centesimal composition and fatty acids (FA) profile of intramuscular fat of the *Semimembranosus* (leg), *Triceps brachii* (palette) e *Longissimus thoracis* (loin) muscles. There were not observed differences between the RIG classes for nutrient intake and biometric measurements *in vivo* and on the carcass. The efficient animals presented an average daily gain 16.1% higher and improvements to all the efficiency indexes evaluated (feed conversion, gross feed efficiency, relative growth rate, Kleiber index, residual feed intake and residual gain) compared to inefficient ones. The efficient and intermediate RIG animals had greater yield of wool/skin and lower yields of testicles/scrotal pouch and fat deposits of the omental, mesenteric, omental/mesenteric and total. There was no influence ($P>0.05$) of the RIG for REA and BF obtained *in vivo* and on the carcass, weights and yields of the carcasses and meat cuts and tissue composition of the carcass. The content of mineral matter in the leg and moisture in the palette was lower for inefficient animals. The efficient animals presented lower concentration of total FA saturated, monounsaturated and polyunsaturated in the *Semimembranosus* and *Longissimus thoracis*. The efficient and intermediate animals presented better relation MUFA:SFA and FA hypocholesterolemic: hypercholesterolemic and atherogenicity and thrombogenicity indexes (TI) in the leg and TI in the loin. The identification of efficient lambs by RIG ensures higher growth rates, does not impair the characteristics of carcasses, body composition and meat quality, and promotes beneficial changes in the lipid profile of the intramuscular fat, making it healthier to human consumption.

Keywords: body composition. fat deposit. fatty acids profile. feed efficiency index. sheep. Texel.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

INTRODUÇÃO

Figura 1. Relação entre consumo de matéria seca predito e observado em novilhos Nelore (N = 288). (Fonte: Nascimento, 2011). 19

ARTIGO 1

Figura 1. Relação entre ganho médio diário e consumo e ganho residual (CGR) de cordeiros mestiços Texel confinados. 66

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

- Tabela 1.** Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais. 60
- Tabela 2.** Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para as variáveis de desempenho obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR). 63
- Tabela 3.** Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para consumo de nutrientes obtidos em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR). 65
- Tabela 4.** Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para os índices de eficiência obtidos em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR). 66
- Tabela 5.** Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para as medidas biométricas e avaliação por ultrassonografia *in vivo* obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR). 67
- Tabela 6.** Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para a porcentagem dos componentes não-carcaça em relação ao peso corporal ao abate (%PCA) obtida em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR). 69
- Tabela 7.** Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para a porcentagem dos depósitos de gordura em relação ao peso corporal ao abate (%PCA) obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR). 70

ARTIGO 2

- Tabela 1.** Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais. 79
- Tabela 2.** Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para peso corporal ao abate e características de carcaças obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR). 82
- Tabela 3.** Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para medidas biométricas da carcaça obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR). 84
- Tabela 4.** Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para as características de pesos (kg) e rendimento (%) dos cortes cárneos da meia carcaça esquerda obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR). 85

Tabela 5. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão da composição tecidual da carcaça e suas relações obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).	86
--	----

ARTIGO 3

Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.	95
---	----

Tabela 2. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para as medidas de análise instrumental nos músculos <i>Semimembranosus</i> , <i>Triceps brachii</i> e <i>Longissimus thoracis</i> obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).	99
---	----

Tabela 3. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para as medidas de cor nos músculos <i>Semimembranosus</i> , <i>Triceps brachii</i> e <i>Longissimus thoracis</i> obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).	100
--	-----

Tabela 4. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para a composição centesimal nos músculos <i>Semimembranosus</i> , <i>Triceps brachii</i> e <i>Longissimus thoracis</i> obtida em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).	102
---	-----

Tabela 5. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para as concentrações dos ácidos graxos saturados (AGS) nos músculos <i>Semimembranosus</i> , <i>Triceps brachii</i> e <i>Longissimus thoracis</i> obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).	103
---	-----

Tabela 6. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para as concentrações dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) nos músculos <i>Semimembranosus</i> , <i>Triceps brachii</i> e <i>Longissimus thoracis</i> obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).	104
--	-----

Tabela 7. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para as concentrações dos ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) nos músculos <i>Semimembranosus</i> , <i>Triceps brachii</i> e <i>Longissimus thoracis</i> obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).	105
--	-----

Tabela 8. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para as relações e índices de ácidos graxos nos músculos <i>Semimembranosus</i> , <i>Triceps brachii</i> e <i>Longissimus thoracis</i> obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).	106
---	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a* - componente verde/vermelho	GMDobs - ganho médio diário observado
AC - altura de cernelha	GMDpred - ganho médio diário predito
AG - altura de garupa	GR - ganho residual
AGMI - ácidos graxos monoinsaturados	h:H - razão entre ácidos graxos
AGPI - ácidos graxos polinsaturados	hipocolesterolêmico e
AGS - ácidos graxos saturados	hipercolesterolêmico
AOL - área de olho de lombo	IA - índice aterogênico
b* - componente azul/amarelo	IC - índice de compacidade da carcaça
CA - conversão alimentar	IK - índice de Kleiber
CAR - consumo alimentar residual	IT - índice trombogênico
CC - comprimento corporal	L* - luminosidade
CEC - comprimento externo da carcaça	LC - largura de cernelha
CEE - consumo de extrato etéreo	LG - largura de garupa
CFDN - consumo de fibra em detergente neutro	PCA - peso corporal ao abate
CGR - consumo e ganho residual	PCi - peso corporal inicial
CIC - comprimento interno da carcaça	PCf - peso corporal final
CMM - consumo de matéria mineral	PCF - peso de carcaça fria
CMSobs - consumo de matéria seca observado	PCM - peso corporal médio
CMSpred - consumo de matéria seca predito	PCM ^{0,75} - peso corporal médio metabólico
CNDT - consumo de nutrientes digestíveis totais	PCQ - peso de carcaça quente
CP - comprimento de perna	PPC - perdas por cocção
CPB - consumo de proteína bruta	PPD - perdas por descongelamento
EAB - eficiência alimentar bruta	PPR - perdas por resfriamento
ECC - escore de condição corporal	PT - perímetro torácico
EGS - espessura de gordura subcutânea	PT máxima - profundidade torácica máxima
EP - espessura de perna	PT mínima - profundidade torácica mínima
FC - força de cisalhamento	RCF - rendimento de carcaça fria
	RCQ - rendimento de carcaça quente
	TGI - trato gastrintestinal
	TRC - taxa relativa de crescimento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Índices de eficiência alimentar em ovinos.....	16
2.1.1 Classificação pelo Consumo Alimentar Residual.....	17
2.1.2 Classificação pelo Ganho Residual.....	19
2.1.3 Classificação pelo Consumo e Ganho Residual	21
2.2 Desempenho, eficiência energética, proteica e metabólica em animais eficientes...	22
2.2.1 Efeito das atividades relacionadas à alimentação	22
2.2.2 Processos associados ao metabolismo tecidual	24
2.2.3 Relação entre metabólitos e eficiência alimentar	25
2.2.4 Deposição de gordura visceral.....	26
2.3 Avaliações in vivo e na carcaça associados com índices de eficiência em ovinos...	27
2.3.1 Medidas biométricas in vivo.....	27
2.3.2 Características da carcaça.....	29
2.3.3 Componentes não-carcaça	30
2.3.4 Medidas biométricas na carcaça	31
2.3.5 Composição tecidual da carcaça	33
2.4 Características qualitativas da carne ovina associadas com índices de eficiência....	34
2.4.1 Análises instrumentais da carne.....	35
2.4.2 Composição centesimal da carne	39
2.4.3 Perfil de ácidos graxos da carne	40
REFERÊNCIAS	45
 ARTIGO 1: Consumo e ganho residual no desempenho e componentes não-carcaça em cordeiros mestiços Texel confinados	 57
Resumo.....	57
Introdução.....	59
Material e Métodos	59
Cronograma experimental, animais e instalações.....	59
Dieta, manejo alimentar e coletas.....	60
Desempenho e medidas de eficiência alimentar.....	61
Medidas biométricas e avaliação por ultrassonografia in vivo	62
Abate e componentes não-carcaça.....	62
Análises estatísticas dos dados	62
Resultados e Discussão	63
Conclusões.....	71

Agradecimentos	72
Referências	72

ARTIGO 2: Consumo e ganho residual na avaliação das características de carcaça em cordeiros mestiços Texel confinados	76
Resumo	76
Introdução.....	78
Material e Métodos	78
Cronograma experimental, animais e instalações.....	78
Dieta, manejo alimentar e coletas	79
Pesos e rendimentos das carcaças.....	80
Medidas biométricas na carcaça	80
Pesos e rendimentos dos cortes cárneos.....	81
Composição tecidual das carcaças.....	81
Análises estatísticas dos dados	81
Resultados e Discussão	82
Conclusões.....	87
Agradecimentos	87
Referências	87

ARTIGO 3: Qualidade da carne e perfil lipídico da gordura intramuscular de cordeiros mestiços Texel confinados e classificados pelo consumo e ganho residual	91
Resumo	91
Introdução.....	93
Material e Métodos	94
Cronograma experimental, animais e instalações.....	94
Dieta, manejo alimentar e coletas	94
Abate e avaliação qualitativa.....	95
Análise instrumental dos músculos.....	96
Composição centesimal dos músculos.....	96
Extração e metilação	96
Índices para avaliação do valor nutricional da carne	97
Análises estatísticas dos dados	97
Resultados e Discussão	98
Conclusões.....	108
Agradecimentos	108
Referências	108

1 INTRODUÇÃO

A ovinocultura tem se destacado como uma importante atividade dentro do agronegócio brasileiro. Em 2015, o rebanho ovino foi estimado em 18,4 milhões de animais, o que representa um crescimento de 4,5% em relação ao ano anterior (FAO, 2015). Apesar do crescimento no número de animais, o Brasil ainda precisa importar carne ovina para abastecer o mercado interno (MAPA, 2014). Essa demanda pela carne ovina mostra a necessidade de otimizar os sistemas de produção, visando maior produtividade por área e obtenção de carne de qualidade para atender às exigências do mercado consumidor (ZEOLA et al., 2004).

Uma das alternativas é a utilização de cordeiros mais eficientes (LIMA et al., 2013). Eficiência alimentar se refere à habilidade de transformação do alimento ingerido em produtos (carne, leite ou pele/lã), portanto, o desempenho e a ingestão de alimentos são os principais componentes que influenciam nessa capacidade (PAULA et al., 2013a).

Em busca de uma medida que seja capaz de identificar animais eficientes, inúmeros índices de eficiência alimentar têm sido propostos na literatura científica (ARCHER et al., 1999), destacando a conversão alimentar (CA), eficiência alimentar (EA), taxa relativa de crescimento (TRC), índice de Kleiber (IK), consumo alimentar residual (CAR) e ganho residual (GR). No entanto, estes apresentam restrições e para ajustá-los Berry & Crowley (2012) propuseram um novo índice denominado de consumo e ganho residual (CGR), com o objetivo de identificar animais que apresentem alta taxa de crescimento e menor consumo de alimentos sem diferenças no peso corporal adulto.

O CGR é fenotipicamente independente do peso corporal dos animais, uma vez que é obtido a partir do CAR e GR, sendo estes calculados em função do peso corporal médio metabólico ($PCM^{0,75}$). Assim, a melhoria da eficiência para essas características não eleva o tamanho e o peso corporal adulto dos animais (BERRY & CROWLEY, 2012). Contudo, o CGR foi proposto recentemente para bovinos, sendo escassas as informações para a espécie ovina.

Além da eficiência de utilização do alimento ingerido pelo animal, é importante que o produto final seja de qualidade para satisfazer o mercado consumidor. Portanto, estudos que avaliem as características de carcaça e qualidade da carne são fundamentais e devem estar associados ao de desempenho dos animais. Em vista do exposto, objetivou-se avaliar o desempenho, características de carcaças e qualidade da carne de ovinos mestiços Texel de diferentes classes de CGR.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Índices de eficiência alimentar em ovinos

A melhor eficiência na produção animal pode ser definida como a geração de produtos de origem animal com a menor quantidade de recursos possíveis. Eficiência alimentar se refere à habilidade de transformação do alimento ingerido em produtos (carne, leite ou pele/lã), portanto, o desempenho e a ingestão de alimentos são os principais componentes que influenciam nessa capacidade (PAULA et al., 2013a).

A eficiência alimentar pode ser avaliada por meio de diversas medidas ou características, entretanto o estudo da eficiência alimentar de animais em épocas e condições ambientais distintas, bem como a utilização de animais com idades e pesos corporais diferentes, alteram as exigências de manutenção, a composição do ganho e o consumo de alimento, o que dificulta a comparação entre indivíduos (PAULA et al., 2013a). Além disso, as principais limitações para determinação dos índices de eficiência são a mensuração individual do consumo de matéria seca (CMS) dos animais, a duração do tempo necessário para essa avaliação e a extensão e validade dos resultados para outras populações de animais.

Dentre as medidas de eficiência alimentar utilizadas se destacam, a conversão alimentar (CA) = CMS/ganho médio diário (GMD); a eficiência alimentar bruta (EAB) = GMD/CMS; a taxa relativa de crescimento (TRC, %/dia) = $100 \times (\log \text{ peso corporal final} - \log \text{ peso corporal inicial})/\text{dias em experimento}$ (FITZHUGH JUNIOR & TAYLOR, 1971); o índice de Kleiber (IK, kg de ganho/peso corporal médio metabólico ($\text{PCM}^{0,75}$)) = $\text{GMD}/\text{PCM}^{0,75}$ (KLEIBER, 1936); o consumo alimentar residual (CAR, kg/dia) = CMS observado – CMS predito; o ganho residual (GR, kg/dia) = GMD observado – GMD predito (KOCH et al., 1963); e o consumo e ganho residual (CGR, kg/dia) = $-1 \times \text{CAR} + \text{GR}$ (BERRY & CROWLEY, 2012).

Entretanto, índices de eficiência alimentar como a CA e EAB são consideradas medidas brutas por não levarem em consideração as diferenças das exigências de manutenção e crescimento dos animais (NASCIMENTO, 2011) e animais eficientes para essas características atingem tardiamente o peso e o grau de acabamento adequado para abate, o que não é interessante sob o ponto de vista econômico (ARCHER et al., 1999). Além disso, o aumento no peso pode levar ao aumento do tamanho adulto das matrizes e comprometer a eficiência reprodutiva em condições nutricionais limitantes.

Diante disso, outras medidas de eficiência como o CAR e GR têm sido propostas, pois são independentes das características de crescimento, assim, não levam ao aumento do peso adulto do rebanho. Contudo, estes índices também apresentam limitações, pois o CAR

pode alterar a composição da carcaça e o GR pode acarretar em aumento dos gastos com a alimentação. Pensando nisso, Berry & Crowley (2012) desenvolveram o CGR para suprir as limitações encontradas nos demais índices de eficiência.

A identificação de animais eficientes pode representar uma economia significativa ao produtor pela redução dos gastos com alimentação, item considerado de elevado custo na produção animal, principalmente no caso de grandes rebanhos. Adicionalmente contribuiria para redução da necessidade de ampliação de áreas de pastagem, exploração de novas áreas (REDDEN et al., 2010) e menor necessidade da utilização de grãos, especialmente em sistema de confinamento (MARTINS et al., 2000).

Além dos benefícios associados com os impactos econômicos diretos da redução do consumo de alimentos, outros aspectos que são de grande importância e devem ser considerados são os efeitos do impacto ambiental pela redução de dejetos e metano (CH_4), proveniente da fermentação entérica dos ruminantes, que está diretamente relacionada ao consumo de alimentos, sendo maior a produção de CH_4 quanto maior for o consumo do animal (BASARAB et al., 2003; NKURUMAH et al., 2006; HEGARTY et al., 2007).

2.1.1 Classificação pelo Consumo Alimentar Residual

O consumo alimentar residual (CAR) é uma medida para mensuração da eficiência alimentar dos animais, definido como a diferença entre o CMS observado (CMSobs) e o CMS predito (CMSpred), conforme proposto por Koch et al. (1963) para bovinos. O CMSobs é obtido pela diferença entre a quantidade de MS (kg/dia) oferecida e a quantidade de MS (kg/dia) das sobras. Já o CMSpred é calculado pela equação de regressão do CMSobs em função do $\text{PCM}^{0,75}$ (kg) e do GMD (kg/dia) dos animais. Para obtenção do $\text{PCM}^{0,75}$ utiliza-se a seguinte equação: $[(\text{peso corporal em jejum inicial} + \text{peso corporal em jejum final})/2]^{0,75}$, onde são realizadas pesagens ao início e final do experimento após jejum sólido de 16 horas, determinando assim os pesos corporais em jejum inicial e final, respectivamente.

Os animais classificados como baixo CAR (eficientes) são aqueles que apresentam CAR 0,5 desvio padrão menor que a média, alto CAR (ineficientes) aqueles com CAR 0,5 desvio padrão maior que a média e animais com CAR entre -0,5 e 0,5 desvio padrão são considerados médio CAR (intermediários) (LIMA et al., 2013). Assim, o animal classificado como alto CAR indica que o mesmo apresenta maior consumo alimentar observado do que o estimado ou predito para um determinado nível de produção, ou seja, é ineficiente. Em contrapartida, um valor negativo do CAR indica que o consumo observado foi menor que o

predito, ou seja, o animal é mais eficiente, portanto aproveita melhor o alimento para expressar o mesmo ganho de peso (PAULA et al., 2013b).

O CAR é um dado individual calculado após um período de alimentação de até 90 dias em bovinos (MOORE et al., 2009) e até 60 dias em ovinos (KNOTT et al., 2008). Nestes protocolos experimentais, geralmente os animais são avaliados em baias individuais para registro diário das quantidades de alimento fornecido e das sobras para obtenção do CMSobs, bem como o acompanhamento do ganho em peso em curtos intervalos (a cada 14 dias). Este índice de eficiência alimentar tem sido utilizado como critério de seleção em função de sua moderada herdabilidade, que varia entre 0,28 e 0,58 (ARTHUR et al., 2001a; KOCH et al., 1963), demonstrando que pode ser transmitido entre as gerações.

Arthur et al. (2001b) ao acasalarem um grupo de fêmeas e touros de baixo CAR (eficientes) e, outro grupo de fêmeas com touros de alto CAR (ineficientes), verificaram que após cinco anos de seleção, a progênie oriunda de pais baixo CAR não apresentaram diferenças quanto ao ganho de peso (1,44 kg/dia) e peso final (384 kg) quando comparada com a progênie oriunda de pais alto CAR (1,40 kg/dia e 381 kg). Porém, os filhos de pais baixo CAR também foram considerados baixo CAR (-0,54 kg/dia vs +0,70 kg/dia), apresentaram menor CMS (9,4 kg/dia vs 10,6 kg/dia) e menor CA (6,6 vs 7,8 kg MS ingerida/kg de ganho) comparados aos filhos de pais alto CAR.

Em um experimento realizado por Redden et al. (2010), as ovelhas foram classificadas em dois grupos de CAR, eficientes (baixo CAR) e os ineficientes (alto CAR). Os ganhos de peso foram similares para ambos os grupos, porém, as ovelhas eficientes consumiram aproximadamente 20% menos alimento. No entanto, é importante ressaltar que embora o CAR seja uma medida de eficiência vantajosa, pode apresentar uma limitação, pois como é um índice fenotipicamente independente do ganho de peso, os animais eficientes podem apresentar desempenho inferior, que pode resultar em menor aceitação pela indústria devido aos potenciais efeitos negativos sobre os pesos e rendimentos das carcaças (CHAVES, 2013).

Em estudo Nascimento (2011) avaliou as relações entre CAR e características de desempenho e carcaça de 288 novilhos Nelore confinados e verificou ao observar a dispersão dos dados da relação entre CMS observado e predito (Figura 1) que dentro da mesma classe de CAR (baixo CAR) existem indivíduos com valores de consumo variando de 5,0 a 10,0 kg de MS/dia, sugerindo que é possível selecionar animais eficientes pelo CAR, porém os indivíduos com menor consumo (5,0 kg MS/dia) provavelmente apresentarão menor ganho de

peso, fato indesejável pelas indústrias frigoríficas, devido ao ganho de peso ser determinante no grau de acabamento e tempo de confinamento dos animais.

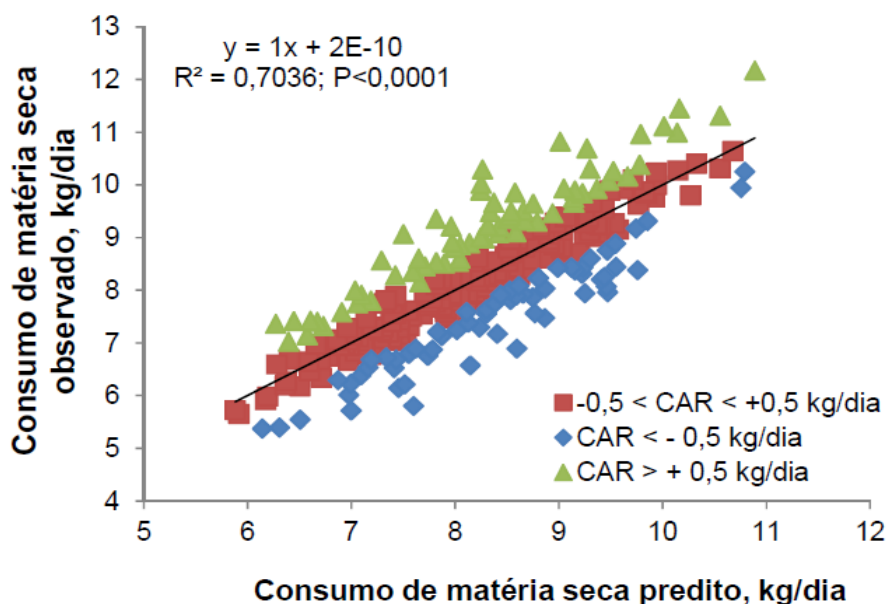


Figura 1. Relação entre consumo de matéria seca predito e observado em novilhos Nelore (N = 288). (Fonte: Nascimento, 2011).

Além disso, o CAR é um índice que pode afetar a composição da carcaça dos animais eficientes, especialmente a deposição de gordura intramuscular, podendo sugerir que a identificação para baixo CAR teria como consequência animais com menor porcentagem de gordura corporal, o que poderia comprometer a qualidade da carne (LEME & GOMES, 2007).

O fato dos animais eficientes apresentarem menor consumo em relação aos ineficientes, com mesmo ganho de peso, é de suma importância econômica, porém deve-se levar em consideração a avaliação da carcaça desses animais, ou seja, verificar se não há prejuízo nas características de carcaça, como a deposição de gordura e, nas proporções de cortes cárneos, decorrentes dessa menor ingestão de alimentos, principalmente nos cortes considerados nobres. O ideal seria que animais mais eficientes apresentassem adequado acabamento de carcaça com maior rendimento de cortes nobres, como pernil, lombo e paleta, além de uma carne de qualidade dentro dos padrões exigidos pelo mercado consumidor.

2.1.2 Classificação pelo Ganho Residual

Utilizando um conceito semelhante ao CAR, o ganho residual (GR) é obtido pela diferença entre o GMD observado (GMDobs) e o GMD predito (GMDpred) de cada

indivíduo. O GMDobs é calculado por regressão linear entre o tempo de confinamento e o PC individual obtido a cada 14 dias com as pesagens sem jejum dos animais, sendo o GMDobs considerado como a inclinação da reta obtida para cada animal. Já o GMDpred é calculado por equação de regressão múltipla do GMDobs em função do $PCM^{0,75}$ (kg) e do CMSobs (kg/dia) (KOCH et al., 1963). Uma das diferenças em relação ao CAR, é que no GR os fenótipos desejados são os animais com alto GR, ou seja, aqueles que ganham mais peso do que o predito, o que os tornam mais eficientes em relação aos seus contemporâneos (BERRY & CROWLEY, 2013).

As classes também são estabelecidas com base no desvio padrão da média, onde os animais classificados como baixo GR (ineficientes) são aqueles que apresentam GR 0,5 desvio padrão menor que a média, alto GR (eficientes) aqueles com GR 0,5 desvio padrão maior que a média e os animais com GR entre -0,5 e 0,5 são considerados médio GR (intermediários) (LIMA et al., 2013).

O GR foi proposto por Koch et al. (1963) juntamente com o CAR, porém só recentemente tem sido mais estudado, portanto, há poucos trabalhos com esse índice (KOCH et al., 1963; CROWLEY et al., 2010). Assim como o CAR, o GR apresenta moderada herdabilidade de 0,28 a 0,62 em bovinos. Quando se trata da espécie ovina, as informações são ainda mais escassas, o que mostra a necessidade de mais ensaios experimentais.

Apesar do GR ser associado com taxas de crescimento, não é capaz de detectar diferenças no consumo de alimentos entre os indivíduos, que também é uma variável determinante do lucro (CROWLEY et al., 2010), resultando em um problema similar ao CAR, pois, os animais pertencentes à mesma classe de eficiência (alto GR) apresentam maior ganho de peso e provavelmente consomem mais alimento comparado aos que apresentam menor ganho de peso, já que o crescimento do animal é resultado da ingestão de alimentos (NRC, 2001).

Na produção animal a alimentação representa um dos itens mais caros, desta maneira, seria interessante que o GR fosse capaz de identificar também os animais com menor consumo, o que não é possível justamente por ser um índice fenotipicamente independente do CMS. Portanto, este índice identifica animais que apresentam crescimento rápido, mas por outro lado, que consomem mais alimentos, elevando o custo com alimentação, o que pode ter sido o fator limitante para o avanço nos estudos desse índice de eficiência.

2.1.3 Classificação pelo Consumo e Ganho Residual

Pelas restrições dos índices de eficiência disponíveis e com o objetivo de buscar estratégias para melhorar a eficiência alimentar sem prejudicar as características de desempenho ou comprometer a qualidade da carcaça e da carne dos animais, Berry & Crowley (2012), propuseram um novo índice denominado consumo e ganho residual (CGR), que objetiva preencher a lacuna do CAR e do GR, pois leva em consideração as vantagens de ambas variáveis.

O CGR é fenotipicamente independente do peso corporal dos animais, uma vez que é obtido a partir do CAR e GR, sendo estes calculados em função do $PCM^{0,75}$. Portanto, a melhoria da eficiência para essas características não eleva o tamanho e o peso corporal adulto dos animais. Essa medida de eficiência tem como objetivo identificar animais de crescimento mais acelerado e que ao mesmo tempo, consumam menos alimento sem diferenças no peso corporal final. É obtido pela seguinte equação: $CGR = -1 \times CAR + GR$, e as classes de eficiência são estabelecidas como nos estudos do CAR e GR, considerando 0,5 desvio padrão acima ou abaixo da média, como os limites entre as classes. Diferente do CAR e semelhante ao GR, no CGR os fenótipos desejados são os animais com alto CGR (eficientes) (BERRY & CROWLEY, 2012).

Para desenvolver este índice Berry & Crowley (2012) estudaram o fenótipo e genótipo de 2.605 novilhos confinados e concluíram que houve diferença no CMS e GMD entre os grupos de CGR, em que os animais mais eficientes (alto CGR) apresentaram menor ingestão de MS (10,4 kg/dia vs 11,0 kg/dia) e ganho de peso superior de (1,81 kg/dia vs 1,40 kg/dia) em relação aos animais ineficientes (baixo CGR). Nascimento et al. (2016) ao estudarem novilhos Nelore constataram que os animais mais eficientes tanto pelo CAR quanto pelo CGR apresentaram menor consumo de MS e nutrientes digestíveis totais, no entanto, somente os animais classificados pelo CGR apresentaram diferenças no GMD, que foi 20,4% maior para os mais eficientes comparados aos ineficientes (1,37 kg/dia vs 1,09 kg/dia).

Em trabalho realizado por Chaves (2013), com 84 bovinos Nelore classificados de acordo com o CAR, GR e CGR, foram selecionados os 10% mais eficientes (Top, N = 8) de cada um desses índices de eficiência para avaliar a relação entre o CMS predito e observado e a relação entre o GMD predito e observado. O autor observou que os animais ranqueados pelo CAR consumiram menos alimentos (7,75 kg/dia) e ganharam menos peso (1,66 kg/dia), enquanto os animais do GR consumiram mais alimento (8,76 kg/dia) e ganharam mais peso (1,96 kg/dia) e os animais do CGR apresentaram consumo (8,06 kg/dia) e ganho de peso (1,80 kg/dia) intermediários.

Com bases nessas informações, é possível observar a importância do CGR para o sistema de produção animal, uma vez que pode auxiliar na redução dos custos com alimentação sem prejuízos no ganho de peso. Porém, é preciso relacioná-lo com o estudo de características de carcaça e qualidade da carne dos animais eficientes, a fim de obter informações dos possíveis efeitos que possa causar ao produto final.

2.2 Desempenho, eficiência energética, proteica e metabólica em animais eficientes

São vários os processos biológicos somados a efeitos ambientais que regulam a ingestão de alimentos e o crescimento corporal, consequentemente as medidas de eficiência alimentar (MOTA, 2014). As causas das variações na utilização individual de alimentos em animais de raça, tamanho e idades similares, mantidos em condições de manejo sanitário e nutricional semelhantes, ainda não são bem analisados em ovinos.

Richardson et al. (2004) e Herd & Arthur (2009) relataram os principais processos capazes de influenciar a eficiência alimentar dos animais tais, como: o padrão de alimentação, que pode contribuir com 2%; a digestão dos alimentos com 10%; o incremento calórico associado à digestão com 9%; a atividade física com 10%; o *turnover* proteico, metabolismo tecidual e estresse com pelo menos 37%, a composição corporal com 5% e o transporte de íons juntamente com outros mecanismos até então desconhecidos com 27%.

Portanto, o uso da energia via processos biológicos parece ter um potencial de contribuição com substancial proporção na variação individual da eficiência alimentar. Acredita-se que animais ineficientes tenham maiores taxas de catabolismo, o que eleva o gasto energético de manutenção reduzindo a disponibilidade de nutrientes destinados para produção corporal (PAULA et al., 2013a). Os principais fatores que afetam a partição de energia nos ruminantes são: nível de consumo alimentar, condições ambientais, gasto energético ou produção de calor, nível de produção ou ganho em tecido corporal e variabilidade individual entre os animais em relação à eficiência de utilização de energia para manutenção e produção (CHAVES et al., 2014).

2.2.1 Efeito das atividades relacionadas à alimentação

A atividade de ingestão demanda $0,03 \text{ kcal/kg}^{0,75}/\text{minuto}$ e a de ruminação $0,002 \text{ kcal/kg}^{0,75}/\text{minuto}$. Quanto mais tempo dispendido com a atividade de ingestão, maior será seu gasto energético, pois, resulta em elevação das exigências de energia metabolizável para manutenção, redução da eficiência de utilização de energia e, consequentemente, diminuição da disponibilidade para produção (SUSENBETH et al., 1998).

Neste contexto, pode ser que animais menos eficientes gastem mais tempo com a atividade de ingestão. Nkrumah et al. (2007) relataram em novilhos ineficientes para CAR duração de tempo de alimentação 40% maior que novilhos mais eficientes. Enquanto Bingham et al. (2009) verificaram maior espaço de tempo entre a alimentação para novilhas mais eficientes, corroborando os dados relatados pelos autores citados anteriormente, Nkrumah et al. (2006) verificaram que novilhos de baixo CAR (eficientes), quando comparados aos de alto CAR (ineficientes), apresentaram menor número de visitas ao cocho de alimentação e menor tempo de duração de cada visita.

Richardson et al. (2004) estudaram os padrões de alimentação de novilhos Angus selecionados para CAR e relataram que animais menos eficientes permaneceram 5% mais tempo se alimentando e em pé. Contudo, Magnani et al. (2013) não observaram diferenças significativas entre novilhas Nelore eficientes e ineficientes para estas atividades.

Diversos fatores podem estar relacionados às variações da eficiência alimentar, dentre eles a digestibilidade, pois a partir dela se obtém a quantidade total de nutrientes que o animal aproveita para manutenção e produção (MAGNANI et al., 2013). Esses autores verificaram que animais mais eficientes apresentaram maior digestibilidade da matéria seca, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e celulose que os animais ineficientes, sugerindo que a maior eficiência foi devido a melhor capacidade de digestão da porção fibrosa da dieta.

Nkrumah et al. (2006) ao avaliarem novilhos classificados pelo CAR constataram que os animais mais eficientes apresentaram maior digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína da dieta e menores perdas de energia fecal do que animais ineficientes. Por outro lado, Reis et al. (2015) não observaram diferenças significativas entre as médias de digestibilidade da matéria seca em novilhas classificadas pelo CAR. Nkrumah et al. (2006) ainda identificaram diferenças significativas em emissão de metano entre as classes de eficiência, onde novilhos mais eficientes produziram 28% menos metano, destacando a possibilidade de diminuir o impacto ambiental causado pela produção animal. Mercadante et al. (2015) também observaram redução na produção de metano por novilhos Nelore eficientes.

Alguns trabalhos (BASARAB et al., 2003; NKRUMAH et al., 2006; CHAVES et al., 2014) demonstraram que animais mais eficientes produzem menos calor em relação aos ineficientes. Provavelmente a menor produção de calor está relacionada com a menor exigência de manutenção desses animais mais eficientes, o que pode ser consequência de muitos mecanismos biológicos, como baixa produção de metano durante a digestão (NKRUMAH et

al., 2006), baixa atividade física (NKRUMAH et al. 2006; 2007) e menor resposta ao estresse (KNOTT et al., 2008; PAULA et al., 2013a).

2.2.2 Processos associados ao metabolismo tecidual

O custo energético de manutenção, perdido na forma de calor pode representar de 70 a 75% do consumo total de energia e podem ser considerados um dos componentes chaves que definem as variações na eficiência entre os animais (CHAVES et al., 2014). A exigência de energia para manutenção é representada pelo consumo de oxigênio do corpo, sendo a metade dessas necessidades utilizada pelas paredes do trato gastrointestinal (TGI) e fígado, um terço pela pele, rins e tecido nervoso e o restante para as atividades musculares básicas (SEAL & REYNOLDS, 1993).

As variações nas taxas de reciclagem proteica também podem causar impacto na quantidade de energia necessária para atender as exigências de manutenção e ganho de peso, pois se refere à contínua síntese e degradação das proteínas celulares que são hidrolisadas a aminoácidos e substituídas por proteínas recentemente sintetizadas (HAWKINS, 1991). Em geral, este processo envolve gasto energético e os tecidos corporais são responsáveis por diferentes parcelas deste total. Davis et al. (1981) estimaram que o custo energético da síntese proteica no corpo total de cordeiros foi de aproximadamente 42% da produção de calor diária ou 35% da energia metabolizável ingerida.

De acordo com Bergen (2008), quanto mais econômico forem os processos contínuos de *turnover* proteico, menor será a necessidade de energia para manutenção e maior o aproveitamento para ganho de peso. Este resultado reforça a premissa de que os animais mais eficientes podem ter menor exigência de manutenção, já que o metabolismo dos principais órgãos relacionados aos processos de produção de calor para regulação térmica, atividade muscular, realização da circulação, respiração e renovação tecidual podem ter um custo energético menor ao organismo.

Castro Bulle et al. (2007) verificaram que os requisitos de energia de manutenção em novilhos foram fenotipicamente correlacionados com taxas de degradação de proteína ($r = 0,76$), confirmando que o *turnover* proteico é uma fonte significativa de variação nos gastos de energia dos animais. Deste modo, pode ser que animais mais eficientes apresentem menores perdas de nitrogênio na urina, fezes e descamação da pele, visto que, a exigência de proteína para manutenção é a quantidade de proteína necessária para repor essas perdas (CSIRO, 2007).

Associações entre reciclagem muscular, taxa de crescimento e eficiência alimentar também foram demonstradas por Oddy et al. (1998), os quais observaram que novilhos com alta taxa de crescimento apresentaram menores taxas de síntese e degradação proteica muscular que animais com baixa taxa de crescimento e aproximadamente 70% das diferenças quanto a eficiência alimentar entre os grupos foram observadas na proporção de músculo. Dessa forma, é provável que animais mais eficientes tenham a habilidade de converter os nutrientes do alimento em massa muscular a uma taxa mais eficiente que seus contemporâneos (WELCH et al., 2012).

2.2.3 Relação entre metabólitos e eficiência alimentar

Alguns metabólitos também podem contribuir para a variação da eficiência alimentar. O hormônio leptina, secretado pelos adipócitos, regula o consumo de alimentos e está intrinsecamente associado com a massa de gordura corporal (ZIEBA et al., 2005), podendo estar relacionado a eficiência alimentar. Acredita-se que devido ao baixo consumo de matéria seca e a menor quantidade de gordura de cobertura, animais com baixo CAR tenham baixas concentrações plasmáticas de leptina, haja vista a correlação fenotípica positiva ($r = 0,31$) existente entre esses dois parâmetros (RICHARDSON et al., 2004).

O estresse também pode influenciar a variação da eficiência alimentar e uma das respostas metabólicas comuns dos animais é a maior demanda energética para suprir o gasto promovido pela agitação dos animais nessa situação. Quando o organismo está em estresse ocorre maior quebra tecidual das reservas corporais e aumento da produção de calor, reduzindo a eficiência para deposição de tecidos (SANTANA et al., 2014).

O cortisol é um hormônio corticosteroide que se eleva sob condições de estresse e, quando em longos períodos, afeta a resposta imune do animal alterando características hematológicas (HICKEY et al., 2003). Assim, o perfil celular sanguíneo está relacionado com a forma que os animais reagem a fatores estressores. A circulação do cortisol sanguíneo é negativamente relacionada ao temperamento de calma nos animais, indicando grande responsividade ao estresse, fato que pode contribuir para variação da eficiência (GOMES et al., 2013). Dessa forma, animais mais eficientes parecem ser menos suscetíveis ao estresse (PAULA et al., 2013a).

Richardson et al. (2004) observaram que animais menos eficientes apresentaram maiores níveis de insulina, cortisol e ureia e menores concentrações de triglicerídeos. Segundo os autores, o aumento desses hormônios e metabólitos são respostas relacionadas a

mudanças em sua composição corporal, reciclagem tecidual e respostas a situações de estresse.

Gomes et al. (2008) estudaram animais da raça Nelore submetidos a situações de estresse moderado (privação de água e alimentos por 24 horas) e observaram menores níveis séricos de cortisol nos animais mais eficientes para CAR, indicando que existe relação da eficiência alimentar com as respostas ao estresse de bovinos em confinamento. Knott et al. (2008) também descreveram correlações moderadas entre cortisol sérico e eficiência alimentar para cordeiros mestiços, mensurada tanto pelo CAR quanto pela CA.

Lima et al. (2013) ressaltam que as pesquisas com indicadores fisiológicos para identificação de animais mais eficientes ainda devem ser amplamente estudadas, pois esse campo envolve descobertas recentes e divergências apresentadas na literatura, sendo necessário cautela ao decidir em pré-selecionar os animais com o uso desses indicadores.

2.2.4 Deposição de gordura visceral

As diferenças na composição corporal também podem influenciar a variação da eficiência alimentar, já que para deposição de tecido magro é necessária menor quantidade de energia por unidade de ganho que o tecido adiposo, devido à baixa densidade da energia na forma de proteína, água e mineral comparado com gordura (CARSTENS & KERLEY, 2009).

Portanto, os animais mais eficientes têm menor exigência de manutenção, possivelmente devido ao potencial da conversão de alimento em tecido magro (RICHARDSON & HERD, 2004), ou seja, pode ser que animais mais eficientes tenham maior deposição de proteína, enquanto os ineficientes, de gordura.

Outra possível fonte de ineficiência energética pode estar associada à deposição de gordura visceral (REDDEN et al., 2013), ou seja, animais que apresentam maior depósito de gordura na cavidade interna têm maior exigência de manutenção (RESENDE et al., 2008). Em experimento com novilhos Nelore classificados pelo CAR, Gomes et al. (2012) observaram que os animais mais eficientes apresentaram deposição de gordura no trato gastrointestinal 21,5% inferior aos animais menos eficientes. Segundo os autores, essa diferença na quantidade de gordura visceral depositada explicaria aproximadamente 30% da diferença no CMS entre as classes de CAR. Leme & Gomes (2007) constataram que bovinos Nelore mais eficientes pelo CAR apresentaram menores depósitos de gordura renal, pélvica e inguinal. Esses resultados sugerem que estes depósitos podem ser um componente importante da variação fenotípica da eficiência alimentar.

Adicionalmente, é importante verificar se o CGR ao ser escolhido como critério de identificação não traria nenhum tipo de consequência negativa para o sistema produtivo, tanto consequências biológicas como econômicas, para que possam futuramente ser incluídas nos programas de melhoramento genético para aumentar a rentabilidade dos sistemas de produção (MOTA, 2014).

2.3 Avaliações *in vivo* e na carcaça associados com índices de eficiência em ovinos

A avaliação *in vivo* pode ser feita de várias maneiras, desde técnicas simples e acessíveis até técnicas mais elaboradas e onerosas, com o objetivo de prever as características de carcaça no animal antes do abate e existem várias técnicas que podem ser utilizadas (OSÓRIO et al., 2014). Dentre as ferramentas utilizadas para mensurar a produtividade de pequenos ruminantes tem se destacado a biometria corporal, que quando analisada juntamente com outros índices zootécnicos, constitui uma importante base de dados para a avaliação individual dos animais (SOUZA et al., 2014).

As técnicas que se baseiam em imagens têm sido bastante utilizadas, como a ultrassonografia em tempo real, que tem ganhado destaque tanto pela relação custo-benefício, como pela facilidade de uso nas avaliações de animais de pesquisa e de produção (MORENO & BOAVENTURA, 2016).

Além disso, as medidas obtidas nos animais vivos apresentam alta correlação com as medidas da carcaça e podem ser utilizadas em conjunto, ou isoladamente, para estimar as medidas da futura carcaça, podendo ser empregadas para indicar a proporção de músculos e tecido adiposo e orientar os produtores quanto ao melhor momento de abate dos animais (SOUZA et al., 2014). Bonacina et al. (2007) realizaram estudos com ovinos e estimaram correlações positivas, variando de moderada a alta, entre as medidas *in vivo* com peso corporal, peso da carcaça quente, conformação e rendimento de carcaça.

Já as medidas realizadas na carcaça são importantes por si só, pois permitem comparações entre tipos raciais, pesos, idades ao abate, sistemas de alimentação e pelas suas correlações com outras medidas ou com os tecidos constituintes da carcaça (PINHEIRO & JORGE, 2010). Existem medidas e índices que podem ser utilizados para auxiliar na avaliação e classificação das carcaças (SOUZA et al., 2014) e que serão comentados a seguir.

2.3.1 Medidas biométricas *in vivo*

Algumas medidas biométricas *in vivo* como o peso corporal ao abate, comprimento corporal, altura e largura da garupa, altura da cernelha, perímetro torácico e largura do peito

apresentam alta correlação com o peso da carcaça fria (PINHEIRO & JORGE, 2010), confirmando resultados obtidos por Reis et al. (2004) que ao avaliarem a estimativa do peso corporal de novilhas mestiças leiteiras a partir de medidas corporais *in vivo*, encontraram alta correlação entre a medida de perímetro torácico e PC (0,94), assim, concluíram que o PC pode ser estimado com acurácia a partir dessa variável.

O peso corporal (PC) é uma característica fundamental para determinar a evolução do sistema produtivo dos animais, é de fácil obtenção (uso de balança ou fita métrica) e extremamente importante na padronização de lotes de animais que serão abatidos e comercializados. Além disso, o PC é uma medida que estima com precisão o peso da carcaça dos animais (OSÓRIO et al., 2009).

O escore de condição corporal (ECC) é uma avaliação realizada no animal vivo por pessoas treinadas para estimar a quantidade de tecido muscular e adiposo armazenado pelo corpo do animal em determinado momento do ciclo produtivo. Embora seja um parâmetro de avaliação realizada no animal vivo, o ECC mostra-se como um ótimo índice para avaliar a quantidade de músculo e gordura na carcaça do animal. Este método é realizado por meio da palpação de determinadas regiões corporais do animal, as quais são: tronco da cola, ao longo das apófises espinhosas lombares e dorsais, sobre o músculo *Longissimus* e ao longo do esterno. Essas regiões refletem o estado dos diferentes depósitos de gorduras. Na avaliação da condição corporal é atribuído escores de 1 (excessivamente magra) a 5 (excessivamente gorda) (OSÓRIO & OSÓRIO, 2005).

A técnica de ultrassonografia *in vivo* é utilizada para obtenção da composição da carcaça do animal, já que essa técnica torna possível acompanhar o seu desenvolvimento e têm apresentado boa aceitabilidade pelas altas correlações com as medidas correspondentes tomadas na carcaça após o abate dos animais (McMANUS et al., 2013; SOUZA et al., 2013; EIRAS et al., 2014). A composição das carcaças pode ser estimada por meio da mensuração da área de olho de lombo (AOL) e espessura da gordura subcutânea (EGS) obtidas entre a 12^a e 13^a costelas (músculo *Longissimus thoracis*). Este músculo é considerado de maturidade tardia e de fácil mensuração, sendo indicado para obtenção das imagens de ultrassom por apresentarem dados de maior confiabilidade sobre o desenvolvimento e tamanho do tecido muscular (HASHIMOTO et al., 2012).

A AOL e EGS apresentam correlação alta e positiva com a distribuição de músculos e com o teor de gordura na carcaça, respectivamente (McMANUS et al., 2013). A utilização da ultrassonografia durante o período de pré-abate é uma ferramenta interessante para avaliação da AOL e EGS, que juntamente com outras características medidas no animal vivo,

favorece a formação de lotes com EGS adequada para o abate, evitando a deposição excessiva de gordura. Assim, essa técnica pode ser utilizado em criações de ovinos, com intuito de garantir de forma prática o momento ideal de abate e auxiliar na estimativa da composição corporal dos animais (McMANUS et al., 2013; MORA et al., 2015).

Em pesquisa realizada com bovinos Nelore, Santana et al. (2012) encontraram correlação fenotípica de Pearson positiva ($r = 0,34$) entre CAR e EGS na picanha avaliada por ultrassonografia, sugerindo que a identificação de animais mais eficientes pelo CAR teria como consequência animais com menor porcentagem de gordura na carcaça. Desta forma, animais com menor taxa de deposição de gordura subcutânea, teoricamente, atingiriam acabamento de gordura mínimo necessário mais tardiamente para abate, necessitando permanecer mais tempo em regime de terminação, o que pode aumentar os custos de produção (LEME & GOMES, 2007). Contudo, Paula et al. (2012; 2013b) não observaram diferenças significativas entre animais eficientes e ineficientes pelo CAR nas medidas de EGS e AOL obtidas por ultrassonografia em cordeiros machos da raça Ile de France.

2.3.2 Características da carcaça

Segundo Silva Sobrinho & Osório (2008), o principal fator que confere valor à carcaça é o rendimento (relação percentual entre o peso da carcaça e o peso corporal do animal), afetado pelo peso do conteúdo do trato gastrointestinal (média de 13% do peso corporal em ovinos) e varia principalmente de acordo com a alimentação do animal previamente ao abate. Além disso, o rendimento de carcaça é utilizado como critério de pagamento entre o comprador e o produtor, seja considerando o peso vivo do animal ou o peso da carcaça, quente ou fria, dependendo da região do país e a forma de comercialização.

Normalmente, os rendimentos da carcaça ovina variam entre 40 e 50% (SILVA SOBRINHO, 2006). Moreno et al. (2010) realizaram experimento com ovinos e reportaram valores médios para rendimentos de carcaça quente de 48,5%, de carcaça fria de 47,2% e perdas de peso por resfriamento de 2,7%.

As carcaças podem ser comercializadas inteiras ou em cortes cárneos individualizados, que associados à apresentação do produto são importantes fatores na comercialização. Além dos cortes proporcionarem obtenção de preços diferenciados entre diversas partes da carcaça, permite o aproveitamento racional, evita desperdícios (SILVA SOBRINHO & SILVA, 2000) e suas proporções ainda constituem um importante índice para avaliação da sua qualidade. A preferência dos consumidores por determinados cortes

comerciais podem variar entre as regiões geográficas (SILVA et al., 2014a) e principalmente entre países.

Assim, os estudos de índices de eficiência devem ser associados às avaliações de carcaças para garantir que a identificação de animais eficientes não altere de forma negativa suas características. Gomes et al. (2012) avaliaram características de carcaça de novilhos Nelore confinados e classificados pelo CAR e não observaram diferenças significativas entre peso de carcaça quente e rendimento de carcaça quente, assim como Reis et al. (2015) quando avaliaram carcaças de novilhas mestiças classificadas pelo CAR também não observaram alterações nos pesos e rendimentos. Nascimento et al. (2016) avaliaram 575 novilhos classificados pelo CGR e não encontraram diferenças no rendimento de carcaça quente e rendimento dos cortes cárneos entre os animais mais eficientes e ineficientes.

2.3.3 Componentes não-carcaça

Embora a carcaça seja o componente do peso corporal de maior valor comercial, os componentes não-carcaça, como pele, cabeça, patas, cauda, pulmões, traqueia, fígado, coração, rins, gorduras omental, mesentérica, renal e pélvica, baço, aparelho reprodutor com bexiga e trato gastrointestinal (rúmen-retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso), também devem ser considerados, já que estes também representam uma fonte de renda e frequentemente uma parte ponderal maior que a carne (SANTOS et al., 2015), podendo representar até 40% do peso corporal dos ovinos.

A pele/lã é o componente não-carcaça de maior importância econômica, podendo chegar de 10 a 20% do valor do animal (FRASER & STAMP, 1989). Os componentes não-carcaça também podem ser utilizados como fator de interesse comercial, pois possibilitam maior valorização do animal abatido e maior motivação aos cuidados sanitários do rebanho (SANTOS et al., 2015), podendo ser aproveitados de várias formas, e alguns deles como o rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado e grosso, coração e fígado servem como alimento para a população humana (POMPEU et al., 2013).

Além disso, as diferenças nas taxas metabólicas e alteração do tamanho de alguns órgãos e vísceras podem influenciar a eficiência alimentar, as exigências nutricionais e a utilização da energia pelos animais (BRANCO et al., 2009). Por exemplo, juntos o TGI e o fígado compreendem apenas uma pequena porção do PC, cerca de 10 a 13%, mas consomem aproximadamente 45 a 50% da energia de manutenção (BRANCO et al., 2009) para absorção e metabolismos dos nutrientes digeridos.

Por outro lado, o tecido muscular, que constitui aproximadamente 41% da massa corporal, consome apenas 23% do total da energia requerida para manutenção (VÉRAS et al., 2001). Isso porque os tecidos viscerais como os do TGI e fígado apresentam maior *turnover* proteico que o músculo esquelético e, as variações no nível de atividades desses tecidos em função do genótipo, idade, estado fisiológico, nível de alimentação, secreção de ureia e condições ambientais modificam os requerimentos de energia para manutenção (RESENDE et al., 2008).

Dentre os órgãos, o fígado, coração, rins e intestino apresentam elevadas taxas metabólicas, e desses, o fígado apresenta o maior gasto energético (VAZ et al., 2015; SILVA et al., 2016). Essas premissas corroboram Basarab et al. (2003) que encontraram peso de fígado e TGI 8% menor em novilhos de baixo CAR comparados aos animais de alto CAR, assim como Bonilha et al. (2009) que constataram menor peso do coração, rins e TGI em bovinos baixo CAR. Nascimento et al. (2016) também verificaram menor rendimento de fígado em novilhos Nelore eficientes pelo CAR e CGR.

2.3.4 Medidas biométricas na carcaça

A importância de algumas medidas como comprimento interno e externo da carcaça, comprimento e espessura de perna e profundidade de tórax reside no fato de serem associadas com rendimentos das carcaças e dos cortes cárneos (CYRILLO et al., 2012), além de serem informações fundamentais para avaliação da conformação da carcaça produzida em sistemas de classificação de carcaças ovinas (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA, 1992; UNIÃO EUROPEIA, 2008).

Nascimento et al. (2016) avaliaram a biometria da carcaça de 575 novilhos Nelore classificados pelo CGR e constataram que não houve diferenças no comprimento e profundidade das carcaças entre as classes de eficiência, confirmando que não há prejuízo nas medidas das carcaças dos animais mais eficientes pelo CGR.

Existem índices que podem ser utilizados para auxiliar na avaliação das carcaças, como o índice de compacidade da carcaça, que estima objetivamente a conformação das carcaças quanto ao acúmulo de músculos a partir de dois valores de fácil determinação, sendo o peso da carcaça fria e o comprimento interno da carcaça (SOUZA et al., 2014).

A área de olho de lombo também é uma medida objetiva que estima a quantidade de músculo da carcaça. Portanto, quanto maior for a AOL, provavelmente, maior será a proporção de músculo na carcaça do animal, sendo considerada uma característica muito desejável e valorizada (PINHEIRO et al., 2010).

Já a espessura de gordura subcutânea tem função protetora, assim, carcaças com maior deposição de gordura apresentam menor perda de água durante o processo de resfriamento em câmara fria, o que pode contribuir para maior maciez da carne (OSÓRIO et al., 2009; SILVA et al., 2014a). Além disso, a quantidade e a distribuição da gordura de cobertura devem atender aos padrões exigidos pela indústria frigorífica e consumidores, visto que o excesso ou falta de gordura são indesejáveis (SILVA et al., 2014a).

As carcaças ovinas podem ser classificadas quanto à EGS mensurada no músculo *Longissimus*, atribuindo-lhes escores de 1 a 5, sendo: 1. gordura ausente; 2. gordura escassa – de 1 a 2 mm de espessura; 3. gordura mediana – de 2 a 5 mm de espessura; 4. gordura uniforme – de 5 a 10 mm de espessura; e 5. gordura excessiva – acima de 10 mm (SILVA SOBRINHO & OSÓRIO, 2008).

Em estudo com zebuínos, Leme & Gomes (2007) constataram que animais mais eficientes pelo CAR apresentaram menor deposição de gordura subcutânea e maior AOL, indicando que bovinos Nelore mais eficientes apresentam um ganho maior em proteína e menor em gordura. Knott et al. (2003) também encontraram menor EGS em animais de baixo CAR. Esse decréscimo na deposição de gordura corporal de animais baixo CAR indica que apresentam menores reservas corporais.

Em estudo com bovinos Nelore classificados de acordo com o consumo alimentar residual (CAR), ganho residual (GR) e consumo e ganho residual (CGR), Chaves (2013) selecionou os 10% animais mais eficientes de acordo com esses índices de eficiência, e verificou que os animais do CGR apresentaram maior AOL em relação ao CAR e GR, sugerindo que a classificação para CGR pode identificar animais com maior rendimento de carcaça, uma vez que essa característica é correlacionada positivamente com a AOL (PINHEIRO et al., 2010). Esses resultados corroboram os obtidos por Nascimento et al. (2016) quando avaliaram novilhos classificados pelo CGR e constataram maior AOL em animais mais eficientes, mas sem diferenças na EGS, sugerindo maior deposição muscular em animais alto CGR.

Algumas medidas biométricas *in vivo* ou na carcaça podem ser utilizadas como indicadores de características de rendimento e qualidade da carcaça, podendo ser adotadas em sistemas de classificação de carcaças ovinas, entretanto são necessários mais estudos para maiores informações sobre quais medidas melhor se relacionam com essas características.

2.3.5 Composição tecidual da carcaça

A composição da carcaça em proporções de músculo, gordura e osso, determina grande parte do valor econômico da mesma (YAMAMOTO et al., 2013). Portanto, o estudo do crescimento e desenvolvimento dos componentes teciduais são informações importantes para entender melhor a eficiência da produção, uma vez que, conhecendo o ritmo de crescimento dos tecidos e das regiões que compõem a carcaça, será possível determinar com maior precisão o melhor momento de abate, favorecendo a padronização e a qualidade do produto ofertado (HASHIMOTO et al., 2012).

O crescimento dos diferentes tecidos que compõem a carcaça não ocorre no mesmo ritmo e, desta forma, à medida que os animais se desenvolvem ocorrem mudanças na composição corporal. O crescimento e desenvolvimento são processos fisiológicos básicos na produção de carne e são fenômenos inter-relacionados, sendo resultados da multiplicação celular (hiperplasia), do aumento no tamanho das células (hipertrofia) e do incremento da quantidade de material estrutural.

Tanto a hiperplasia quanto a hipertrofia participam do crescimento e desenvolvimento desde a concepção até a fase adulta, porém de modo geral ao final ocorre predomínio da hipertrofia. Contudo, a proporção específica de ambas em todas as fases que envolvem o crescimento e desenvolvimento do animal pode variar de acordo com o genótipo, sexo, idade, dieta, tecido ou órgão estudado e fatores fisiológicos e extrínsecos de diversas naturezas (SAÑUDO & BRIZ, 2009).

O tecido ósseo apresenta crescimento precoce, enquanto que a gordura é depositada tardiamente e apresenta maior variabilidade no animal, tanto do ponto de vista quantitativo quanto de distribuição e, o tecido muscular apresenta crescimento isométrico, ou seja, no mesmo ritmo da carcaça (ROSA et al., 2005). Desta forma, têm-se buscado maximizar, de forma rentável, o crescimento contínuo dos animais para deposição de todos os tecidos de forma adequada, a fim de se obter carcaças dentro dos padrões de qualidade exigidos pelas indústrias frigoríficas (PAULINO et al., 2005). Dentro desse contexto, a determinação da composição física e/ou química da carcaça torna-se fundamental.

A determinação direta da composição da carcaça, ou seja, sua dissecação completa e a análise de seus constituintes individuais por indústrias frigoríficas ou como rotina experimental tornam-se praticamente impossível, por ser um método demorado, trabalhoso e oneroso, uma vez que pelo menos metade da carcaça não pode ser comercializada. Nesse sentido, métodos indiretos têm sido desenvolvidos para estimar de maneira rápida, simples, econômica e confiável, a composição corporal dos animais (SILVA, 2001).

Em um trabalho clássico sobre a utilização de cortes da carcaça para predição da composição física e química da carcaça de bovinos, Hankins & Howe (1946) definiram uma metodologia para obtenção de uma amostra da carcaça compreendendo a 9^a, 10^a e 11^a costelas, denominada também de seção HH, bem como equações de predição, que, atualmente, são amplamente utilizadas por pesquisadores. Nesse método, após a coleta da seção 9^a-11^a, as amostras são dissecadas e separadas em músculos, gorduras e ossos, posteriormente são pesadas para obtenção da porcentagem de cada componente. É um método altamente preciso, mas as equações devem ser calculadas para populações específicas.

Os estudos geralmente não contemplam as avaliações relacionadas à dissecação das carcaças devido ao alto custo do processo. Dessa forma, a avaliação da seção HH para predição da composição corporal de animais eficientes é uma ferramenta muito útil para analisar até que ponto a composição está associada às variações da eficiência alimentar. Alguns autores (LEME & GOMES, 2007; LIMA et al., 2013; PAULA et al., 2012) relataram que animais mais eficientes pelo CAR tendem a apresentar carcaças mais magras, com menor acabamento e menor gordura intramuscular, características essas que podem ser limitantes na utilização desse índice para classificação de animais eficientes.

Com base neste contexto, fica evidente a necessidade de mais estudos que avaliem a composição corporal de animais eficientes, especialmente de cordeiros classificados pelo CGR, visto que essas informações são escassas.

2.4 Características qualitativas da carne ovina associadas com índices de eficiência

O termo qualidade está sendo mais estudado por ser um conceito bastante amplo e complexo, pois está relacionado com todas as etapas da cadeia agroindustrial, desde o nascimento do animal até o preparo para consumo final da carne *in natura* (BRESSAN & FERRÃO, 2003). Geralmente, os estudos de qualidade de carne são focados no consumidor, que avalia por etapas: em princípio pela cor da carne e gordura de cobertura, depois por aspectos relacionados ao processamento e, finalmente, pelas características de palatabilidade, suculência e maciez (COSTA et al., 2011).

Em função dessa nova exigência do consumidor, que busca produtos alimentícios mais saudáveis e saborosos, a pesquisa zootécnica vem evoluindo no sentido de produzir carne de melhor qualidade, ressaltando a contribuição desse nobre alimento como parte de uma dieta saudável e como fonte de nutrientes essenciais para o adequado funcionamento do organismo (FERNANDES et al., 2014). Neste contexto, para o mercado ser competitivo é

necessário que a carne ovina apresente parâmetros desejáveis, tanto quantitativos como qualitativos (YAMAMOTO et al., 2013).

A qualidade depende inteiramente de manejos corretos *ante mortem*, que envolve as etapas de transporte, descarga, descanso, movimentação, insensibilização e sangria dos animais, devendo-se evitar todo o sofrimento desnecessário, buscando sempre conduzir os animais com tranquilidade, calma, e, sem correria. Qualquer tipo de alteração do estado fisiológico ou comportamental do animal poderá comprometer o seu bem-estar e prejudicar toda a cadeia produtiva por meio de desagregação da qualidade da carne (MELO et al., 2016).

A carne é uma complexa organização de músculo esquelético, tecido conjuntivo e gordura, resultante de várias reações físico-químicas a partir do abate, ou mesmo antes deste, e que determinam suas qualidades nutricional e sensorial (YAMAMOTO et al., 2013). Em situações em que se respeitam as condições de bem-estar do animal *ante mortem*, o pH do músculo após a morte do animal diminui gradativamente em decorrência do acúmulo de ácido láctico no músculo devido a mobilização do glicogênio neste período (*ante mortem*), que juntamente com uma sequência de reações bioquímicas *post mortem* ocasionam a transformação de músculo em carne (PINHEIRO et al., 2009).

Há evidências de que animais mais eficientes pelo CAR apresentem mudanças no metabolismo proteico e lipídico, podendo resultar em alteração na composição corporal com menor deposição de gordura na carcaça, consequentemente prejudicar a qualidade da carne desses animais (ARTHUR et al., 2008). Dessa forma, o uso do CGR pode ser mais indicado na identificação de animais eficientes sem comprometer a qualidade da carne, tendo em vista a dupla finalidade, que é identificar animais com ganho superior e com ingestão de alimento proporcional. No entanto, ainda são escassos trabalhos com ovinos classificados pelo CGR associados à qualidade de carne, sendo necessárias mais pesquisas nessa área para conhecer os potenciais efeitos que este novo índice de eficiência pode proporcionar ao sistema produtivo de ovinos.

2.4.1 Análises instrumentais da carne

A qualidade da carne baseia-se na interação de vários fatores como sabor, suculência, textura, cor, maciez e aparência que estão diretamente relacionados com o manejo, produção e forma de abate do animal. Todos estes fatores influenciam na aceitação do produto pelo consumidor final. Dessa forma, o estudo e o conhecimento dos parâmetros de qualidade são imprescindíveis para garantir a satisfação do consumidor e os resultados econômicos esperados pelos produtores (CAMPÊLO et al., 2015).

A qualidade da carne pode ser avaliada por atributos físicos, denominado também de análise instrumental como: perda de peso por descongelamento (PPD), potencial hidrogeniônico (pH), cor, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC). Tais parâmetros podem evidenciar carnes de melhor ou pior qualidade e estes resultados poderiam ser utilizados para determinar o preço de produtos diferenciados para serem direcionados à diferentes tipos de mercados (BONAGURIO et al., 2003).

O pH é considerado um dos principais índices para avaliação da qualidade da carne, pois a correta queda do pH proporciona um produto final adequado ao consumo, além dessa variável ter influência nas demais características qualitativas da carne. Quando o animal é abatido, ocorre uma série de transformações bioquímicas e estruturais no tecido muscular, na conversão do músculo em carne, denominado de *rigor mortis*, onde a produção de energia tende a continuar para manter a homeostase, porém este processo será realizado com pouco oxigênio, pois na sangria esvaiu-se a maior parte do oxigênio presente na hemoglobina (ZEOLA et al., 2007), sendo este responsável pelo transporte de oxigênio na corrente sanguínea (OSÓRIO et al., 2009).

Com a adenosina trifosfato (ATP) presente na carcaça e o oxigênio do músculo (mioglobina), a geração de energia durante pouco tempo ocorrerá por meio da glicólise aeróbica. Na paralisação do fornecimento de nutrientes e oxigênio, o glicogênio através da glicólise anaeróbica é a única fonte de ATP disponível que, acaba provocando alterações químicas importantes, como a redução da taxa de ATP e glicogênio e o acúmulo de ácido lático, responsável pela queda do pH na carne (PRATES, 2000).

O glicogênio muscular é o principal substrato metabólico responsável pelo acúmulo de ácido lático *post mortem* promovendo assim o declínio do pH, que é mais acentuado nas primeiras horas e tende a estabilizar a partir das 12 horas (BONACINA et al., 2011; BONAGURIO et al., 2003). Em condições normais ocorre a redução gradativa do pH, assim, no animal vivo deve variar de 7,3 a 7,5. Após duas a oito horas ocorrida a sangria, pode chegar a 5,4. E após 12 a 24 horas a carne ovina deverá atingir pH final de 5,5 a 5,8 (ZEOLA et al., 2007). Caso ocorra estresse pré-abate, essa queda pode ser acelerada nas primeiras horas após o abate ou o pH pode não baixar e ficar acima de 6,0 após as 24 horas, podendo causar anomalias na carne (SANTOS et al., 2015).

Estudos relatam que, durante a conversão do músculo em carne, se o pH permanecer acima de 6,0, esta carne torna-se DFD (dark, firm, dry) – escura, dura e seca; entretanto, quando o valor de pH reduz drasticamente durante as primeiras horas após o abate, as carnes

podem ser caracterizadas como PSE (pale, soft, exudative) – pálida, mole e exsudativa. Vários fatores podem influenciar a variação do pH, como idade ao abate, músculo, raça, tempo de jejum, nutrição e principalmente o estresse pré-abate (CAMPÊLO et al., 2015).

O aspecto da carne fresca determina sua utilização para o comércio e a cor é a uma das primeiras características a ser observada pelo consumidor no momento da compra da carne resfriada, pois indica o seu frescor, influenciando a decisão de aquisição do produto (OSÓRIO et al., 2009). Carnes escuras são rejeitadas pelo consumidor, que associa com má conservação do produto ou oriundas de animais velhos. Entretanto, essa relação nem sempre é verdadeira, pois a carne de animais abatidos com pouca reserva de glicogênio não atinge valores de pH suficientemente baixos para produzir colorações normais (cor vermelho-vivo) independentemente de sua idade (BONACINA et al., 2011).

A mioglobina, proteína envolvida nos processos de oxigenação do músculo, caracteriza-se como principal pigmento contendo ferro (Fe) responsável pela cor da carne, e a hemoglobina pode influenciar também caso a sangria não tenha sido bem sucedida, ou seja, a mioglobina e a hemoglobina são pigmentos de cor das carnes, sendo que, o primeiro retém o oxigênio no músculo e o segundo o transporta na corrente sanguínea (OSÓRIO et al., 2009).

Outro fator que influencia a cor da carne é a forma química da mioglobina que pode se apresentar reduzida (Fe^{++}), responsável pela cor vermelha púrpura do músculo, sendo uma característica da carne fresca embalada à vácuo ou do interior da massa muscular recém cortada; quando exposta sob altas pressões de oxigênio forma um composto estável, a oximioglobina, que contribui para coloração vermelho brilhante; ou ainda sob baixas pressões de oxigênio ou na presença de substâncias oxidantes, o ferro passa para a forma oxidada (Fe^{+++}), originando a metamioglobina, com pigmento de coloração marrom, associada pelos consumidores a carnes estocadas por longos períodos (ZEOLA et al., 2007) ou provenientes de animais com idade mais avançada.

O colorímetro é o equipamento mais utilizado para a determinação da cor de produtos cárneos de forma objetiva. O sistema CIELAB desenvolvido pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE) em 1976 é bastante utilizado em diversas áreas onde há determinação de cor. Neste sistema a cor é definida por três coordenadas: L^* - a luminosidade, que mede a quantidade de luz refletida (0 corresponde ao preto e 100 corresponde ao branco); a^* - que quantifica a cor no eixo verde/vermelho ($-a^*$ representa o verde e $+a^*$ representa o vermelho); e b^* - que quantifica a cor no eixo azul/amarelo ($-b^*$ representa o azul e $+b^*$ representa o amarelo).

A PPC é uma medida de qualidade que está associada ao rendimento da carne no momento do consumo, sendo uma característica influenciada pela capacidade de retenção de água nas estruturas da carne. Essa medida é importante por ter influência nas características de qualidade como cor, maciez e suculência da carne. A PPC varia de acordo com o genótipo, condições de manejo pré e pós-abate e metodologia no preparo das amostras, tais como a remoção ou padronização da capa de gordura externa e tipo de equipamento, fatores que podem levar a uma variação da temperatura no processo de cocção (SILVA et al., 2008).

A maciez representa o principal quesito de avaliação ou apreciação da carne, após sua aquisição. Este parâmetro pode ser avaliado de forma subjetiva pela análise sensorial, podendo ser realizada por provadores treinados ou não treinados, ou de forma objetiva, utilizando um texturômetro, que mede a força necessária para cortar transversalmente as fibras musculares e quanto maior a força dispensada, menor é a maciez apresentada pelo corte da carne. Este método apresenta resultados similares aos obtidos por análise sensorial (BORGES et al., 2006). A FC é um dos parâmetros que pode ser influenciada pelo pH, assim, valores de pH menores que 5,5, possibilitam uma maior perda de peso na cocção, interferindo diretamente no rendimento do produto. Nesta faixa de pH (menor que 5,5), a carne torna-se mais firme, e consequentemente com valores de FC mais elevados (SANTOS et al., 2014).

O tecido adiposo pode influenciar a maciez da carne a partir da gordura intramuscular, pois o aumento desta deixa a carne mais suculenta, e pela gordura de cobertura da carcaça, que distribuída uniformemente tem a função de isolante térmico para promover a redução da velocidade de queda da temperatura e do pH concomitantemente durante o esfriamento pós-morte, o que diminui a possibilidade de ocorrer o encurtamento pelo frio. A alimentação que o animal recebe também pode interferir na maciez da carne, principalmente na fase de terminação, pois animais terminados com dietas ricas em grãos podem apresentar maior espessura de gordura subcutânea e teor de gordura de marmoreio, fatores que podem contribuir para a produção de uma carne mais macia (OSÓRIO et al., 2009).

Estudos têm mostrado que a identificação para eficiência, especialmente pelo CAR, tem resultado em carcaças com menor espessura de gordura subcutânea e quantidade de gordura intramuscular (LIMA et al., 2013), fatores que podem influenciar diretamente na qualidade e maciez da carne. A menor quantidade de gordura na carcaça pode não exercer adequadamente seu papel de isolante térmico e levar a um encurtamento das fibras musculares pelo frio, resultando em menor maciez (OSÓRIO et al., 2009).

Quando avaliaram qualidade de carne de novilhos Nelore classificados pelo CAR, Zorzi et al. (2013) não observaram diferenças significativas entre os valores de pH, CRA,

PPC e cor, porém verificaram que a carne de animais eficientes apresentaram maiores valores de força de cisalhamento. Nascimento et al. (2016) avaliaram a qualidade da carne de novilhos classificados pelo CAR e CGR e não observaram diferenças nos parâmetros de pH, CRA, PPC, componentes verde/vermelho e azul/amarelo para ambos os índices, mas constataram menor luminosidade e maior FC para os animais eficientes pelo CAR. Os autores atribuíram esses resultados ao menor teor de extrato etéreo intramuscular da carne dos animais com baixo CAR.

Por outro lado, Reis et al. (2015) quando avaliaram a qualidade da carne de novilhas classificadas pelo CGR não observaram diferenças entre os valores de maciez e coloração do lombo. Cafe et al. (2010) ao estudarem a qualidade de carne de novilhos de diferentes classes de CAR, não observaram diferenças significativas no valor de FC, assim como Gomes et al. (2012) que também não encontraram diferenças na FC entre as carnes de animais eficientes e ineficientes pelo CAR.

2.4.2 Composição centesimal da carne

A carne é fundamental para a saúde humana, considerada um alimento altamente nutritivo, sendo uma importante fonte de proteínas, lipídios e sais minerais, constituída, geralmente, por 60% a 80% de água e 15% a 25% de proteína, e o restante é formado principalmente por gorduras, sais, pigmentos e vitaminas (NOVELLO et al., 2012). Em seus 20 aminoácidos, nove são essenciais (triptofano, treonina, isoleucina, leucina, lisina, valina, metionina, fenilalanina e histidina), ou seja, o organismo humano não consegue sintetizá-los e a única forma de se obtê-los é por meio da dieta (SENEGALHE et al., 2014).

A composição química da carne de ovinos está relacionada aos teores de umidade, proteína, minerais e lipídeos, com valores médios de 75% de umidade, 19% de proteína, 4% de gordura e 1,1% de cinzas (ZEOLA et al., 2004). Estes resultados corroboram os obtidos por Carvalho & Medeiros (2010) que avaliaram a composição centesimal do músculo *Longissimus* de cordeiros machos não-castrados, $\frac{1}{2}$ Texel + $\frac{1}{2}$ SRD com 158 ± 18 dias de idade ao abate, e observaram valores de 74,49% de umidade, 19,40% de proteína bruta, 5,22% de gordura e 0,89% de cinzas.

Porém, esses valores podem variar de acordo com o peso de abate, a quantidade de gordura, a idade do animal e a natureza da dieta (ZEOLA et al., 2004). Animais jovens apresentam maiores quantidades de água e menores de gordura, sendo que as concentrações de proteína, cinzas e água decrescem e as concentrações de gordura aumentam com o avançar da idade do animal (SANTOS et al., 2015).

Por ser a substância mais abundante nos seres vivos, a água influencia atributos de qualidade da carne, tais como suculência, maciez, cor e sabor. A quantidade de água pode variar entre músculos, entre animais de mesma espécie e entre animais de espécies diferentes, mas geralmente a variação é pequena (MARQUES et al., 2013). Basarab et al. (2003) encontraram menores teores de água, gordura e cinzas na composição do corpo vazio em animais mais eficientes pelo CAR. Nascimento et al. (2016) estudaram o teor de extrato etéreo intramuscular da carne de novilhos classificados pelo CAR e CGR e relataram menores teores para a carne de animais mais eficientes em ambos os índices de eficiência. Já Zorzi et al. (2013) não observaram diferenças significativas na composição centesimal da carne de novilhos Nelore eficientes e ineficientes em função do CAR.

2.4.3 Perfil de ácidos graxos da carne

As carnes são alimentos preferidos pela maioria dos consumidores e fornece nutrientes essenciais e de alto valor biológico, como proteínas, vitaminas, ácidos graxos (AG) e minerais (LOPES et al., 2012). Contudo, muitas vezes, é apontada como prejudicial à saúde humana devido ao alto teor de colesterol, gordura, ácidos graxos saturados (AGS) e baixos níveis de ácidos graxos polinsaturados (AGPI) (NOVELLO et al., 2012).

Portanto, além dos estudos que têm sido realizados no sentido de melhorar os atributos que estão diretamente relacionados à qualidade e aceitação do produto pelos consumidores, outras características, como o perfil de AG da carne, também devem ser avaliadas, pois a ocorrência de problemas de saúde tem sido associada com a ingestão de gordura, principalmente a saturada (ANDRADE, 2013).

Dentre os ácidos graxos polinsaturados (AGPI), os das famílias ômega-3 ($\omega 3$) e ômega-6 ($\omega 6$) se destacam por apresentarem efeitos benéficos à saúde humana e serem considerados imprescindíveis ao organismo (SENEGALHE et al., 2014). Ambos contêm de 18 a 22 carbonos e, sem eles, o organismo não funciona adequadamente. Outras gorduras polinsaturadas também apresentam funções importantes, mas não são consideradas essenciais, pois podem ser sintetizadas pelo organismo a partir dos ácidos linolênico ($\omega 3$) e linoleico ($\omega 6$) (SALDANHA & GONZALES, 2012).

Apesar de serem essenciais, o aumento de alguns ácidos $\omega 6$ ou $\omega 3$, ou a alteração da relação entre eles pode provocar a produção de tromboxanos e leucotrienos que, quando em excesso, podem levar ao desenvolvimento de doenças como trombozes, arritmias, artrite, asma e psoríase (CALDEIRA et al., 2010). Portanto, é fundamental que estes ácidos sejam consumidos em proporções adequadas.

Fatores dietéticos relacionados com a incidência de doenças crônicas incluem a composição da gordura proveniente da dieta, que pode exercer efeitos promotores e/ou protetores dessas doenças. A avaliação da qualidade nutricional da gordura tem sido realizada, com base na composição de ácidos graxos, por meio da determinação de índices que relacionam o conteúdo de AGS, ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e AGPI das séries $\omega 6$ e $\omega 3$ (CALDEIRA et al., 2010). A relação $\omega 6:\omega 3$ tem sido utilizada como um dos critérios para avaliar a qualidade da gordura, a qual deve ser quatro partes ou menos de ômega 6 para uma parte de ômega 3 (DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY, 1994).

A relação entre AGPI e AGS também tem sido utilizada como um dos principais índices para avaliar o valor nutricional da gordura. Alimentos que apresentam a razão AGPI:AGS abaixo de 0,45 são considerados como indesejáveis à dieta por sua potencialidade na indução do aumento de colesterol sanguíneo (DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY, 1994). No entanto, este índice avaliado isoladamente tem recebido restrições (CALDEIRA et al., 2010), pois, esta relação tem como base a estrutura química do AG e considera que todos os AGS induzem ao aumento de colesterol e ignoram os efeitos metabólicos benéficos dos AGMI.

Assim, recomenda-se como o melhor método de avaliação do valor nutricional da gordura, a utilização de relações baseadas nos efeitos funcionais dos AG, destacando os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT), ambos relacionados à fração lipídica (ULBRICHT & SOUTHGATE, 1991) e a relação entre AG hipocolesterolêmicos: hipercolesterolêmico (h:H) (SANTOS-SILVA et al., 2002).

O IA indica a razão entre a soma dos principais AGS: láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) e a soma dos principais insaturados (AGMI e AGPI $\omega 3$ e $\omega 6$). Já o IT considera os ácidos C14:0, C16:0 e esteárico (18:0) como trombogênicos, e os AGMI e AGPI $\omega 6$ e $\omega 3$ como antitrombogênicos (ULBRICHT & SOUTHGATE, 1991). Ambos os índices indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, isto é, quanto menores os valores de IA e IT, maior é a quantidade de AG antiaterogênicos presentes em determinado óleo ou gordura e, conseqüentemente, maior é o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas (ARRUDA et al., 2012). Os valores considerados ideais são de máximo 0,72 para o IA e 1,58 para o IT (ULBRICHT & SOUTHGATE, 1991).

A relação h:H constitui um índice que considera a atividade funcional dos AG no metabolismo das lipoproteínas de transporte do colesterol plasmático, cujo tipo e quantidade estão relacionados com o maior ou menor risco de incidência de doenças cardiovasculares. Considera-se como referência aos produtos cárneos o valor mínimo de 2,0 (SANTOS-SILVA

et al., 2002), e quanto maior o valor, melhor será a composição do produto, pois indica que contêm mais AG hipocolesterolêmicos e, conseqüentemente, reduz o risco de problemas de saúde.

A carne de animais ruminantes tem recebido mais atenção devido às características da sua gordura que apresenta maiores concentrações de AGS e AGMI, e menores de AGPI em comparação à gordura de não ruminantes, como aves, suínos e peixes, (LOPES et al., 2012). Essa diferença decorre principalmente do processo de biohidrogenação que ocorre no rúmen pela ação dos microrganismos.

Contudo, é importante destacar que nem todos os AGS aumentam os níveis do colesterol indesejado. Embora o ácido C18:0 seja saturado, apresenta efeito neutro (ARRUDA et al., 2012; MENEZES et al., 2014; SILVA et al., 2014b), e pode ser convertido em ácido oleico (C18:1) dentro do organismo em animais ruminantes (ARRUDA et al., 2012; MENEZES et al., 2014), sendo este tido como um AG desejável na carne por reduzir o colesterol sanguíneo (efeito hipocolesterolêmico) e está relacionado ao tipo de dieta, ao tempo de alimentação, ao grupo genético e à idade do animal (SILVA et al., 2014b). Além de atuar de forma neutra é atribuído ao ácido esteárico a responsabilidade por muitas das características desejáveis relacionadas ao sabor e textura, que são conferidas aos AGS de cadeia longa (MENEZES et al., 2014; PINHO et al., 2011).

O ácido heneicosanóico (21:0), ainda que seja um AGS não tem efeito sobre o nível de lipoproteína de baixa densidade (LDL) plasmática, pois sendo um AG de cadeia longa apresenta baixa absorção intestinal (PALMQUIST & MATTOS, 2006). O AGMI palmitoleico (C16:1) é responsável pelo metabolismo dos lipídeos, podendo ajudar no equilíbrio dos níveis de colesterol HDL (colesterol bom) e LDL (colesterol ruim), reduzir a taxa de açúcar no sangue e favorecer a redução da gordura dos tecidos que envolvem o fígado e o coração (RADMANN & COSTA, 2008).

Já o ácido C16:0 tem efeito hipercolesterolêmico, mas em proporção menor quando comparado aos ácidos C12:0 e C14:0, considerados os mais indesejáveis, porém todos estão relacionados com o aumento de LDL, resultando na incidência de doenças cardiovasculares e suas sequelas, principalmente o ácido C14:0 (CALDEIRA et al., 2010).

Embora a carne de animais ruminantes possua como desvantagem o seu elevado teor de AGS, em contrapartida, possui também o ácido linoleico conjugado (CLA), que é reconhecido por suas propriedades antiteratogênicas, imune mediação, redução de riscos de tumores, redução da gordura corporal e prevenção de diabetes (PRADO et al., 2011). O CLA pode ser formado durante o processo de biohidrogenação ruminal ou ainda pode ser produzido

endogenamente no leite e/ou gordura corporal, através da dessaturação do ácido graxo vacênico (C18:1 *trans*11) pela enzima denominada esteroil-CoA dessaturase ou Delta-9-dessaturase (OLIVEIRA et al., 2008).

O processo de biohidrogenação consiste na adição de hidrogênio quebrando as duplas ligações, aumentando o grau de saturação destes AG. Os AGPI, principalmente os ácidos linoleico e linolênico, liberados pela quebra da ligação éster são hidrogenados pelas bactérias, tendo como produto final o ácido esteárico (MAIA et al., 2011). A biohidrogenação, sendo eficiente, o ácido esteárico representa entre 50 a 60% do total de ácidos graxos intestinais (PALMQUIST & MATTOS, 2006).

Tanto a biohidrogenação de linoleico como o do linolênico produzem, como intermediário, o ácido vacênico, e foi observado que a taxa de conversão desses AGPI para vacênico é mais rápida que a conversão de vacênico para esteárico. Como o ácido vacênico é produzido principalmente através da biohidrogenação ruminal, este processo é o grande responsável por maiores produções de CLA nos produtos derivados de ruminantes (PREUSS et al., 2013).

Sabe-se que a alimentação ofertada ao animal pode influenciar o perfil de AG do produto final, como a carne e o leite, no entanto, ainda não há dados sobre a composição lipídica da carne de ovinos classificados pelo CGR. Sendo assim, o estudo e o conhecimento dos parâmetros relacionados ao valor nutricional da carne são fundamentais tanto para os pesquisadores que a partir dessas informações podem decidir se é viável a identificação de animais pelo CGR, quanto para os consumidores que podem ter acesso a essas informações ao adquirir um produto oriundo desses animais.

Embora sejam inúmeras as vantagens dos índices de eficiência para viabilizar o sistema de produção, as características de carcaças e a qualidade da carne devem ser satisfatórias e não serem comprometidas pelos fatores biológicos que determinam as variações de eficiência entre os indivíduos. Pois, o objetivo de qualquer atividade associada à produção animal é a obtenção de um produto final de qualidade, saudável e seguro para os consumidores, além de ser economicamente interessante.

Assim, o estudo do CGR em ovinos neste trabalho visa levantar informações sobre os efeitos de um índice de eficiência alimentar proposto recentemente para bovinos, já que a literatura nacional e internacional não dispõe até o presente momento. Ainda não se sabe quais os resultados ocasionados na carcaça e carne de ovinos classificados para CGR, sendo boas as expectativas, já que são animais que apresentam menor consumo com crescimento mais acelerado. Todavia, são necessários mais estudos para conhecer as vantagens e

desvantagens que este novo índice de eficiência pode proporcionar à cadeia produtiva da ovinocultura.

Neste contexto, foi realizado o projeto intitulado “Consumo e ganho residual no desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros confinados”, com o apoio da Fundect – MS. Os resultados obtidos neste projeto foram abordados em três artigos intitulados: Artigo I – “Consumo e ganho residual no desempenho e componentes não-carcaça em cordeiros mestiços Texel confinados”, Artigo II – “Consumo e ganho residual na avaliação das características de carcaça em cordeiros mestiços Texel confinados” e Artigo III – “Qualidade da carne e perfil lipídico da gordura intramuscular de cordeiros mestiços Texel confinados e classificados pelo consumo e ganho residual”, redigidos de acordo com as normas editoriais da revista *Semina: Ciências Agrárias*.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. G. L. P. **Características da carcaça e qualidade da carne de cordeiros Santa Inês e Morada Nova em diferentes pesos de abate**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2013.
- ARCHER, J. A.; RICHARDSON, E. C.; HERD, R. M.; ARTHUR, P. F. Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: a review. **Australian Journal of Agricultural Science**, v.50, n.2, p.147-161, 1999.
- ARÉVALO, K. B. O.; JARDIM, P. O. C.; OSÓRIO, J. C. S.; PIMENTEL, M. A.; LÜDER, W. E. Utilização da conformação, do comprimento da carcaça e da perna como estimadores do peso dos cortes do serrote em novilhos Holandês. **Ciência Rural**, v.27, n.3, p.473-478, 1997.
- ARRUDA, P. C. L.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; BOMFIM, M. A. D.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; FONTENELE, R. M.; REGADAS FILHO, J. G. L. Perfil de ácidos graxos no *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.3, p.1229-1240, 2012.
- ARTHUR, P. F.; ARCHER, J. A.; HERD, R. M.; MELVILLE, G. J. Response to selection for net feed intake in beef cattle. In: CONFERENCE OF THE ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS, 14, 2001, Queenstown. **Proceedings...** Queenstown: AAABG. v.14, p.135-138, 2001b.
- ARTHUR, P. F.; ARCHER, J. A.; JOHNSTON, D. J. Genetic and phenotypic variance and covariance components for feed intake, feed efficiency, and other postweaning traits in Angus cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, n.11, p.2805-2811, 2001a.
- ARTHUR, P. F.; HERD, R. M. Residual feed intake in beef cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p.269-279, 2008.
- BASARAB, J. A.; PRICE, M. A.; AALHUS, J. L.; OKINE, E. K.; SNELLING, W. M.; LYLE, K. L. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v.83, n.2, p.189-204, 2003.
- BERGEN, W.G. Measuring in vivo intracellular protein degradation rates in animal systems. **Journal of Animal Science**, v.86, (Suppl.), p.3-12, 2008.
- BERRY, D. P.; CROWLEY, J. J. Cell Biology Symposium: Genetics of feed efficiency in dairy and beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.91, n.4, p.1594-1613, 2013.
- BERRY, D. P.; CROWLEY, J. J. Residual intake and gain: A new measure of efficiency in growing cattle. **Journal of Animal Sciences**, v.90, n.1, p.109-115, 2012.
- BINGHAM, G. M.; FRIEND, T. H.; LANCASTER, P. A.; CARSTENS, G. E. Relationship between feeding behavior and residual feed intake in growing Brangus heifers. **Journal Animal Science**, v.87, n.8, p.2685-2689, 2009.

BONACINA, M. S.; OSÓRIO, M. T. M.; OSÓRIO, J. C. S.; CORRÊA, G. F.; HASHIMOTO, J. H. Influência do sexo e do sistema de terminação de cordeiros Texel × Corriedale na qualidade da carcaça e da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1242-1249, 2011.

BONACINA, M.; OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; ESTEVES, R.; JARDIM, R.; MENDONÇA, G.; OLIVEIRA, M. Otimização da avaliação in vivo e da carcaça em cordeiros. **Revista da FZVA**, v.14, n.1, p.273-286. 2007.

BONAGURIO, S.; PÉREZ, J. R. O.; GARCIA, I. F. F.; BRESSAN, M. C.; LEMOS, A. L. S. C. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1981-1991, 2003 (Supl.2).

BONILHA, S. F. M.; BRANCO, R. H.; CORVINO, T. L. S.; ALLEONI, G. F.; FIGUEIREDO, L. A.; RAZOOK, A. G. Relationships between residual feed intake and internal organs of nellore bulls. In: Joint Annual Meeting ASAS, 2009, Quebec. **Proceedings...** Quebec: ASAS; ADSA, 2009. 295p.

BORGES, A. S.; ZAPATA, J. F. F.; GARRUTI, D. S.; RODRIGUES, M. C. P.; FREITAS, E. R.; PEREIRA, A. L. F. Medições instrumentais e sensoriais de dureza e suculência na carne caprina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.4, p.891-896, 2006.

BRANCO, A. F.; MOURO, G. F.; HARMON, D. L.; CONEGLIAN, S. M.; MAIA, F. J.; PROHMANN, P. E.; PARIS, W. Fluxo portal de nutrientes em ovinos alimentados para manutenção com dietas contendo diferentes níveis de volumosos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.4, p.1010-1018, 2009.

BRESSAN, M. C.; FERRÃO, S. P. B. Qualidade da Carne Bovina do Frigorífico ao Consumidor. In: SEMANA DE ZOOTECNIA, 2003, Pontes e Lacerda. **Anais...** Pontes e Lacerda: Universidade Estadual do Mato Grosso, UNEMAT. Campus Universitário de Pontes e Lacerda-MT, 2003.

CAFE, L. M.; McLNTYRE, B. L.; ROBINSON, D. L.; GEESINK, G. H.; BARENDSE, W. Production and processing studies on calpain-system gene markers for tenderness in Brahman cattle: 1. Growth, efficiency, temperament, and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, v.88, n.9, p.3047-3058, 2010.

CALDEIRA, L. A.; FERRÃO, S. P. B.; FERNANDES, S. A. A.; MAGNAVITA, A. P. A.; SANTOS, T. D. R. Índices de qualidade nutricional da fração lipídica do leite de búfalas da raça Murrah produzido em diferentes fases de lactação. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.69, n.4, p.545-554, 2010.

CAMPÊLO, M. C. S.; MEDEIROS, J. M. S.; PINTO, M. M. F.; ASSIS, A. P. P.; SILVA, J. B. A.; LIMA, P. O. Perfil sanitário e características físico-químicas da carne ovina comercializada in natura. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.74, n.3, p.207-215, 2015.

CARSTENS, G. E.; KERLEY, M. S. **Biological basis for variation in energetic efficiency of beef cattle**. Proceedings of the Beef Improvement Federation 41st Annual Research Symposium, p.124-131, 2009.

CARVALHO, S.; MEDEIROS, L. M. Características de carcaça e composição da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1295-1302, 2010.

CASTRO BULLE, F. C. P.; PAULINO, P. V. R.; SANCHEZ A. C.; SAINZ, R. D. Growth, carcass quality and protein and energy metabolism in beef cattle with different growth potentials and residual feed intakes. **Journal of Animal Science**, v.85, n.4, p.928-936, 2007.

CHAVES, A. S. **Relações entre eficiência alimentar e características de carcaça, qualidade de carne, batimentos cardíacos e consumo de oxigênio em bovinos**. Tese (Doutorado). 132f. Universidade de São Paulo. 2013.

CHAVES, S. A.; FELTRIN, G. B.; NASCIMENTO, M. L.; LANNA, D. P. D. Pulso de oxigênio: predição da produção de calor em bovinos e relações com consumo alimentar residual. **Archivos de Zootecnia**, v.63, p.133-145, 2014.

COSTA, R. G.; LIMA, C. A. C.; MEDEIROS, A. N.; LIMA, G. F. C.; MARQUES, C. A. T.; SANTOS, N. M. Características de carcaça de cordeiros Morada Nova alimentados com diferentes níveis do fruto-refugo de melão em substituição ao milho moído na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.866-871, 2011.

CROWLEY, J. J.; MCGEE, M.; KENNY, D. A.; CREWS, D. H.; EVANS JR. R. D.; BERRY, D. P. Phenotypic and genetic parameters for different measures of feed efficiency in different breeds of Irish performance-tested beef bulls. **Journal of Animal Science**, v.88, n.3, p.885-894, 2010.

CSIRO - COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION - CSIRO PUBLISHING. **Nutrient requirements of domesticated ruminants**. Collingwood, Australia. 2007. 270p.

CYRILLO, J. N. S. G.; NARDON, R. F.; MERCADANTE, M. E. Z.; BONILHA, S. F. M.; ARNANDES, R. H. B. Relações entre medidas biométricas, características de carcaça e cortes cárneos comerciais em bovinos Zebu e Caracu. **Boletim da Indústria Animal**, v.69, n.1, p.71-77, 2012.

DAVIS, S. R.; BARRY, T. N.; HUGHSON, G. A. Protein synthesis in tissues of growing lambs. **British Journal of Nutrition**, v.46, n.3, p.409-419, 1981.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Nutritional aspects and cardiovascular disease: report on health and social subjects**. HMSO, London, n. 46, p. 1-178, 1994.

EIRAS, C. E.; MARQUES, J. A.; NOVAIS, D. L.; MOTTIN, C.; MAGGIONI, D.; PRADO, I. N. Ultrassonografia na avaliação da composição corporal de ruminantes: revisão. **Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, v.9, n.2, p.1-10, 2014.

FERNANDES, A. R. M.; ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; VARGAS JUNIOR, F. M.; OLIVEIRA, A. B. M. Desempenho e características qualitativas da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento alimentados com dietas contendo soja grão ou gordura protegida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1822-1829, 2011.

FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; OLIVEIRA, E. A.; PIVARO, T. M.; HENRIQUE, W.; ROSA, B. L.; OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M. Ácidos graxos da gordura de cobertura do contrafilé de bovinos Nelore e Canchim terminados em confinamento e alimentados com diferentes níveis de concentrado nas dietas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p.467-476, 2014.

FITZHUGH JUNIOR, H. A.; TAYLOR, C. S. Genetic analysis of degree of maturity. **Journal of Animal Science**, v.33, n.4, p.717-725, 1971.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAOSTAT. **Production live animals**. 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#compare>>. Acesso em: 18 jan 2018.

FRASER, A.; STAMP, J.T. **Ganado ovino: producción y enfermedades**. Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 1989. 358p.

GOMES, R. C.; BALLOU, M. A.; SIQUEIRA, R. F. et al. **Blood cell profiles and plasma concentrations of glucose and cortisol of Nellore steers and bulls selected for low and high residual feed intake before and following a mild stressor**. In: 2008 ADSA ASAS JOINT MEETING, 2008, Indianapolis. Anais... Indianapolis, FASS, 2008.

GOMES, R. C.; SAINZ, R. D.; LEME, P. R.; Protein metabolismo, feed energy partitioning, behavior patterns and plasma cortisol in Nellore steers with high and low residual feed intake. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.1, p.44-50, 2013.

GOMES, R. C.; SAINZ, R. D.; SILVA, S. L.; CÉSAR, M. C.; BONIN, M. N.; LEME, P. R. Feedlot performance, feed efficiency reranking, carcass traits, body composition, energy requirements, meat quality and calpain system activity in Nellore steers with low and high residual feed intake. **Livestock Science**, v.150, n.1-3, p.265-273, 2012.

HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. Washington: United Sates Department of Agriculture, 1946. p.1-19 (Technical Bulletin – USDA, 926).

HASHIMOTO, J. H.; OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; BONACINA, M. S.; LEHMEN, R. I.; PEDROSO, C. E. S. Qualidade da carcaça, desenvolvimento regional e tecidual de cordeiros terminados em três sistemas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p.438-448, 2012.

HAWKINS, A. J. S. Protein turnover: a functional appraisal. **Functional Ecology**, v.5, n.2, p.222-233, 1991.

HEGARTY, R. S.; GOOPY, J. P.; HERD, R. M.; McCORKELL, B. Cattle selected for lower residual feed intake have reduced daily methane production. **Journal of Animal Science**, v.85, n.6, p.1479-1486, 2007.

HERD, R. M.; ARTHUR, P. F. Physiological basis for residual feed intake. **Journal of Animal Science**, v.87, n.14, p.64-71, 2009 (Suppl).

HICKEY, M. C.; DRENNAN, M.; EARLEY, B. The effect of abrupt weaning of suckler calves on the plasma concentrations of cortisol, catecholamines, leukocytes, acute-phase proteins and in vitro interferon-gamma production. **Journal of Animal Science**, v.81, n.11, p.2847-2855, 2003.

KLEIBER, M. Problems involved in breeding for efficiency of food utilization. **American Society Animal Production**, v.29, p.247-258, 1936.

KNOTT, S. A.; CUMMINS, L. J.; LEURY, B. J.; DUNSHEA, F. R. The use of different models for the estimation of residual feed intake (RFI) as a measure of feed efficiency in meat sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.143, n.1, p.242-255, 2008.

KOCH, R. M.; SWIGER, L. A.; CHAMBERS, D.; GREGORY, K. E. Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.22, n.2, p.486-494, 1963.

LEME, P. R.; GOMES, R. C. Características de carcaça de novilhos Nelore com diferente consumo alimentar residual. In: XX Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). Cuzco, Peru. **Anais... XX Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)**, 2007.

LIMA, N. L. L.; PEREIRA, I. G.; RIBEIRO, J. S. Consumo alimentar residual como critério de seleção para eficiência alimentar. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.7, n.4, p.255-260, 2013.

LOPES, L. S.; LADEIRA, M. M.; MACHADO NETO, O. R.; MENDES, E. M.; VEIGA, P. R. P.; CHIZZOTTI, M. L.; GUERREIRO, M. C. Composição química e de ácidos graxos do músculo *longissimus dorsi* e da gordura subcutânea de tourinhos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.4, p.978-985, 2012.

MAGNANI, E.; NASCIMENTO, C. F.; BRANCO, R. H.; BONILHA, S. F. M.; RIBEIRO, E. G.; MERCADANTE, M. E. Z. Relações entre consumo alimentar residual, comportamento ingestivo e digestibilidade em novilhas nelore. **Boletim de Indústria Animal**, v.70, n.2, p.187-194, 2013.

MAIA, M. O.; PARENTE, H. N.; ARAÚJO, V. M. Utilização de lipídeos na dieta de pequenos ruminantes. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v.14, n.2, p.127-131, 2011.

MARQUES, R. O.; MENEZES, J. J. L.; GONÇALVES, H. C.; MEDEIROS, B. B. L.; RODRIGUES, L.; CANIZARES, G. I. L.; GOMES, H. F. B.; ROÇA, R. O. Rendimentos de cortes, proporção tecidual da carcaça e composição centesimal da carne de caprinos jovens em função do grupo racial e do peso corporal de abate. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.5, p.1561-1569, 2013.

MARTINS, A. S.; PRADO, I. N.; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; NASCIMENTO, W. G. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.269-277, 2000.

McMANUS, C.; PAIM, T. P.; LOUVANDINI, H.; DALLAGO, B. S. L.; DIAS, L. T.; TEIXEIRA, R. A. Avaliação ultrasonográfica da qualidade de carcaça de ovinos Santa Inês. **Ciência Animal Brasileira**, v.14, n.1, p.8-16, 2013.

MELO, A. F.; MOREIRA, J. M.; ATAÍDES, D. S.; GUIMARÃES, R. A. M.; LOIOLA, J. L.; OLIVEIRA, R. Q. Fatores que influenciam na qualidade da carne bovina: Revisão. **PUBVET**, v.10, n.10, p.785-794, 2016.

MENEZES, L. F. G.; RESTLE, J.; KOZLOSKI, G. V.; BRONDANI, I. L.; ARBOITTE, M. Z.; SILVEIRA, M. F.; NÖRNBERG, J. L. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos superjovens da raça Devon, terminados sob diferentes sistemas de alimentação. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.6, p.3273-3286, 2014.

MERCADANTE, M. E. Z.; CALIMAN, A. P. M.; CANESIN, R. C.; BONILHA, S. F. M.; BERNDT, A.; FRIGHETTO, R. T. S.; MAGNANI, E.; BRANCO, R. H. Relationship between residual feed intake and enteric methane emission in Nellore cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.44, n.7, 2015.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Mercado Interno**. 2014. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso 20 dez 2017.

MOORE, S. S.; MUJIBI, F. D.; SHERMAN, E. L. Molecular basis for residual feed intake in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.87, n.14, p.41-47, 2009 (Suppl).

MORA, N. H. A. P.; MACEDO, F. A. F.; MEXIA, A. A.; DIAS-SENEGALHE, F. B.; OLIVEIRA, E. Q.; RADIS, A. C. Características de carcaça de cordeiras Pantaneiras abatidas com diferentes espessuras de gordura subcutânea. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.1, p.290-298, 2015.

MORENO, G. M. B.; BOAVENTURA NETO, O. Avaliação e cortes da carcaça em ovinos e caprinos. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v.19, n.2, 2016

MORENO, G. M. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; LEÃO, A. G.; ZEOLA, N. M. B. L.; SOUSA JÚNIOR, S. C. Desempenho e rendimentos de carcaças de cordeiros Ile de France desmamados com diferentes idades. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p.1105-1116, 2010.

MOTA, L. F. M. **Expressão do gene leptina, proteômica e modelos para estimação do CAR em animais da raça Nelore**. 2014. 94p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2014.

NASCIMENTO, M. L. **Eficiência alimentar e suas associações com lucro, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos Nelore**. 2011. 118p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura (Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

NASCIMENTO, M. L.; SOUZA, A. R. D. L.; CHAVES, A. S.; CESAR, A. S. M.; TULIO, R. R.; MEDEIROS, S. R.; MOURÃO, G. B.; ROSA, A. N.; FEIJÓ, G. L. D.; ALENCAR, M.

M.; LANNA, D. P.D. Efficiency indexes and their relationships with carcass, non-carcass and meat quality traits in Nellore steers. **Meat Science**, v. 116, n.3, p. 78-85, 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.

NKRUMAH, J. D.; CREWS Jr., D. H.; BASARAB, J. A.; PRICE, M. A.; OKINE, E. K.; WANG, Z.; LI, C.; MOORE, S. S. Genetic and phenotypic relationships of feeding behavior and temperament with performance, feed efficiency, ultrasound, and carcass merit of beef cattle. **Journal Animal Science**, v.85, n.10, p.2382-2390, 2007.

NKRUMAH, J. D.; OKINE, E. K.; MATHISON, G. W.; SCHMID, K.; LI, C.; BASARAB, J. A.; PRICE, M. A.; WANG, Z.; MOORE, S.S. Relationships of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.84, n.1, p.145-153, 2006.

NOVELLO, D.; FONSECA, R. A.; SANTOS, J. K. Efeito da adição de radícula de malte na ração de frangos de corte: composição físico-química e perfil de ácidos graxos da carne. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.71, n.1, p.93-99, 2012.

ODDY, V. H.; HERD, R. M.; McDONAGH, M. B.; WOODGATE, R.; QUINN, C. A.; ZIRKLER, K. Effect of divergent selection for yearling growth rate on protein metabolism in hind-limb muscle and whole body of Angus cattle. **Livestock Production Science**, v.56, n.3, p.225-231, 1998.

OLIVEIRA, R. L.; LADEIRA, M. M.; BARBOSA, M. A. A. F.; ASSUNÇÃO, D. M. P.; MATSUSHITA, M.; SANTOS, G. T. Ácido linoleico conjugado e perfil de ácidos graxos no músculo e na capa de gordura de novilhos bubalinos alimentados com diferentes fontes de lipídios. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.169-178, 2008.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M. **Produção de carne ovina: Técnicas de avaliação “in vivo” e na carcaça**. 2 ed. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas. Ed. Universitária, p.59-73, 2005.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; ESTEVES, R. M. G.; OLIVEIRA, M. M. de.; JARDIM, R. D.; VILANOVA, M. S. Fatores (lote/procedência e genótipo) que influem e relação entre avaliação in vivo e na carcaça em cordeiros. **PUBVET**, v.3, n.8, 2009.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; FERNANDES, A. R. M.; VARGAS JÚNIOR, F. M.; SENO, L. O. **Técnicas de Avaliação In Vivo, na Carcaça e na Carne**. In: SELAIVE, A.B; OSÓRIO, J.C.S. Produção de Ovinos no Brasil. São Paulo: ROCA, p.527-550, 2014.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.292-300, 2009 (supl. especial).

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. **Metabolismo de lipídeos**. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Nutrição de ruminantes. Jaboticabal: FUNEP, p.287-310, 2006.

PAULA, E. F. E.; MONTEIRO, A. L. G.; PRADO, O. R.; COSMO, T. R.; TEIXEIRA JUNIOR, N. S.; KULIK, C. H.; TEIXEIRA, R. A. Medidas de desempenho e eficiência, características de carcaça mensuradas por ultrassonografia e o consumo alimentar residual de ovinos. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v.10, n.2, p.129-135, 2012.

PAULA, E. F. E.; MONTEIRO, A. L. G.; SOUZA, D. F.; PRADO, O. R.; NOMURA, T. M.; STIVARI, T. S. S.; SILVA, C. J. A.; SANTANA, M. H. A. Consumo alimentar residual e sua relação com medidas de desempenho e eficiência e características *in vivo* da carcaça de cordeiros. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.2, p.566-572, 2013b.

PAULA, E. F. E.; SANTANA, M. H. A.; MONTEIRO, A. L. G.; KULIK, C. H.; KOWALSKI, L. H.; CRUZ, T. A. Consumo alimentar residual em ovinos. **Acta Tecnológica**, v.8, n.1, p.12-21, 2013a.

PAULINO, P.V.R.; COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D.; MAGALHÃES, K.A.; DETMAN, E.; PORTO, M.O.; MORAES, K.A.K. Validação das Equações Desenvolvidas por Hankins e Howe para Predição da Composição da Carcaça de Zebuínos e Desenvolvimento de Equações para Estimativa da Composição Corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.327-339, 2005.

PINHEIRO, R. S. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; SOUZA, H. B. A.; YAMAMOTO, S. M. Qualidade de carnes provenientes de cortes da carcaça de cordeiros e de ovinos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1790-1796, 2009.

PINHEIRO, R.S.B.; JORGE, A.M. Medidas biométricas obtidas *in vivo* e na carcaça de ovelhas de descarte em diferentes estágios fisiológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.440-445, 2010.

PINHEIRO, R.S.B.; JORGE, A.M.; YOKOO, M.J. Correlações entre medidas determinadas *in vivo* por ultrassom e na carcaça de ovelhas de descarte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.1161-1167, 2010.

PINHO, A. P. S.; BARCELLOS, J. O. J.; PERIPOLLI, V.; KINDLEIN, L.; ARAÚJO, J. R.; ALVES FILHO, D. C. Perfil lipídico da gordura intramuscular de cortes e marcas comerciais de carne bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1134-1142, 2011.

POMPEU, R. C. F. F.; BESERRA, L. T.; CÂNDIDO, M. J. D.; BOMFIM, M. A. D.; VIEIRA, M. M. M.; ANDRADE, R. R. Características da carcaça e dos componentes não-carcaça de ovinos alimentados com dietas contendo casca de mamona. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.3, p.490-507, 2013.

PRADO, I. V.; MAGGIONI, D.; ABRAHÃO, J. J. S.; ZAWADZKI, F.; VALERO, M. V.; MARQUES, J. A.; ITO, R. H.; PEROTTO, D. Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e terminados com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.4, p.1461-1476, 2011.

PRATES, J. M. M. Maturação da carne dos mamíferos: 1. Caracterização geral e modificações físicas. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.95, n.533, p.34-41, 2000.

PREUSS, M. B.; ROHLFES, A. L. B.; BACCAR, N. M.; MARQUARDT, L.; OLIVEIRA, M. S. R.; SCHNEIDER, R. C. S. Ácido linoleico conjugado: uma breve revisão. **Revista Jovens Pesquisadores**, v.3, n.2, p.134-146, 2013.

RADMANN, E. M.; COSTA, J. A. V. Conteúdo lipídico e composição de ácidos graxos de microalgas expostas aos gases CO₂, SO₂ e NO. **Química Nova**, v.31, n.7, p.1609-1612, 2008.

REDDEN, R. R.; SURBER, L. M. M.; GROVE, A. V.; KOTT, R. W. Growth efficiency of ewe lambs classified into residual feed intake groups and pen fed a restricted amount of feed. **Small Ruminant Research**, v.114, n.2-3, p.214-219, 2013.

REDDEN, R.; SURBER, L.; ROEDER, B.; KOTT, R. Growth rate alters residual feed intake and feeding behavior in yearling ewes. In: U.S. Sheep Research and Outreach Programs, 2010, Tennessee. **Proceedings...** Tennessee, p.26-28, 2010.

REIS, G.L.; ALBUQUERQUE, F.H.M.R.; TEODORO, R.L.; FERREIRA, M. B.; MARTINS, G. A.; MONTEIRO, J. B. N.; VALENTE, B. D.; FRIDRICH, A. B.; MADALENA, F. E. Estimativa do peso vivo de novilhas mestiças leiteiras a partir de medidas corporais. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2004.

REIS, S. F.; FAUSTO, D. A.; MEDEIROS, S. R.; PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; TORRES JÚNIOR, R. A. A. Feed efficiency and meat quality of crossbred beef heifers classified according to residual feed intake. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.3, p.632-642, 2015.

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

RICHARDSON, E. C.; HERD, R. M.; ARCHER, L. A.; ARTHUR, P. F. Metabolic differences in Angus steers divergently selected for residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.44, n.5, p.441-452, 2004.

RICHARDSON, E. C.; HERD, R. M. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle. 2. Synthesis of results following divergent selection. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.44, n.5, p.431-440, 2004.

ROSA, G. T.; PIRES, C. C.; SILVA, J. H. S.; MOTTA, O. S. Crescimento alométrico de osso, músculo e gordura em cortes da carcaça de cordeiros Texel segundo os métodos de alimentação e peso de abate. **Ciência Rural**, v.35, n.4, p.870-876, 2005.

SALDANHA, E. S. P. B.; GONZALES, E. Enriquecimento de ácidos graxos na alimentação de poedeiras. **Pesquisa & Tecnologia**, v.9, n.1, p.1-5, 2012.

SANTANA, M. H. A.; GOMES, R. C.; FERRAZ, J. B. S.; ROSSI JUNIOR, P. Medidas de eficiência alimentar para avaliação de bovinos de corte. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.13, n.2, p.95-107, 2014.

SANTANA, M. H. A.; ROSSI JR, P.; ALMEIDA, R.; CUCCO, D. C. Feed efficiency and its correlations with carcass traits measured by ultrasound in Nellore bulls. **Livestock Science**, v.145, n.1, p.252-257, 2012.

SANTOS, A. T.; CARVALHO, F. M. N.; BESERRA, M. L. S. Análise microbiológica e condições higiênicas sanitárias com propriedades da carne bovina vendida em mercados públicos de Teresina – PI. **Revista Interdisciplinar**, v.7, n.1, p.25-33, 2014.

SANTOS, C. P.; FERREIRA, Â. C. D.; VALENÇA, R. L. V.; SILVA, B. C. D.; BOMFIM, L. E. L. M.; SILVA, M. C. Componentes do peso vivo e características da carne de cordeiros alimentados com silagem de bagaço de laranja. **Archives of Veterinary Science**, v.20, n.3, p.21-29, 2015.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: Fatty and composition of meat. **Livestock Production Science**, v.77, n.2, p.187-194, 2002.

SAÑUDO, C.; BRIZ, R.C. **Ovinotecnia: producción y economía em la especie ovina**. Zaragoza: Prensas Universitárias de Zaragoza, p.94, 2009.

SEAL, C. J.; REYNOLDS, C. K. Nutritional implications of gastrointestinal and liver metabolism in ruminants. **Nutrition Research Reviews**, v.6, n.1, p.185-208, 1993.

SENEGALHE, F. B. D.; BURIN, P. C.; FUZIKAWA, I. H. S.; PENHA, D. S.; LEONARDO, A. P. Ácidos graxos na carne e gordura de ovinos. **Enciclopédia biosfera**, v.10, n.18, p.80-101, 2014.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos**. 3 ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 302 p.

SILVA SOBRINHO, A.G.; OSÓRIO, J.C.S. **Aspectos quantitativos da produção de carne ovina**. In: Sobrinho, A.G.; Sañudo, C.; Osório, J.C.S.; Campo Arriba, M.M.; Osório, M.T.M. Produção de carne ovina. Jaboticabal: Funep, p. 97-119, 2008.

SILVA SOBRINHO, A.G.; SILVA, A.M.A. Produção de carne ovina – Parte II. Artigo técnico. **Revista Nacional da Carne**, n.286, p.30-36, 2000.

SILVA, D. C.; GUIM, A.; SANTOS, G. R. A.; MESQUITA, F. L. T.; MORAIS, N. A. P.; URBANO, S. A.; MOREIRA FILHO, M. A.; LAFAYETTE, E. A. Níveis de suplementação sobre as características quantitativas da carcaça e composição tecidual do pernil de caprinos mestiços terminados na caatinga. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.3, p.705-716, 2014a.

SILVA, D. L. A.; BISPO, S. V.; BEZERRA, F. T. M.; MONTEIRO, L. F. S.; LEAL FILHO, C. R. R.; SALES, R. O. Componentes não carcaça de cordeiros de diferentes genótipos. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.10, n.4, p.653-668, 2016.

SILVA, F.F. **Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (de energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e engorda, recebendo diferentes níveis de concentrado e proteína.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 211p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.

SILVA, N. V.; SILVA, J. H. V.; COELHO, M. S.; OLIVEIRA, E. R. A.; ARAÚJO, J. A.; AMÂNCIO, A. L. L. Características de carcaça e carne ovina: uma abordagem das variáveis metodológicas e fatores de influência. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.4, p.103-110, 2008.

SILVA, R. M.; RESTLE, J.; MISSIO, R. L.; LAGE, M. E.; PACHECO, P. S.; BILEGO, U. O.; PÁDUA, J. T.; FAUSTO, D. A. Perfil de ácidos graxos da carne de novilhos europeus e zebuínos alimentados com milheto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, n.1, p.63-70, 2014b.

SOUZA, D.S.; SILVA, H.P.; CARVALHO, J.M.P.; MELO, W.O.; MONTEIRO, B.M.; OLIVEIRA, D.R. Desenvolvimento corporal e relação entre biometria e peso de cordeiros lactantes da raça Santa Inês criados na Amazônia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.6, p.1787-1794, 2014.

SOUZA, N. S. V; MACEDO, F. A. F; MORA, N. H. A. P; QUEIROZ, E. O; TORRES, M. G. Características do *Longissimus dorsi* em cordeiras pantaneiras abatidas com diferentes espessuras de gordura subcutânea. **Synergismus scyentifica**, v.8, n.2, 2013.

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

ULBRICHT, T. L. V; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: Seven dietary factors. **The Lancet**, v.338, n.8773, p.985-992, 1991.

UNIÃO EUROPEIA. Regulamento (CE) N.º 22/2008 da Comissão, de 11 de janeiro de 2008, que estabelece as regras de execução da grelha comunitária de classificação das carcaças de ovinos. **Jornal Oficial**, nº L 9 de 12/01/2008, p.6-11.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **United States standards for grades of lambs, yearling mutton and mutton carcasses.** 1992. 15 p.

VAZ, F. N.; RESTLE, J.; PÁDUA, J. T.; FONSECA, C. A.; PASCOAL, L. L.; SEVERO, M. M. Componentes não carcaça de bovinos Nelore abatidos com diferentes pesos. **Ciência Animal Brasileira**, v.16, n.3, p.313-323, 2015.

VÉRAS, A. S. C.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; PAULINO, M. F.; CECON, P. R.; FERREIRA, M. A.; VALADARES, R. F. D.; MORAES, E. H. B. K. Eficiência de Utilização da Energia Metabolizável para Manutenção e Ganho de Peso e Exigências de Energia Metabolizável e de Nutrientes Digestíveis Totais de Bovinos Nelore, Não-Castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.904-910, 2001.

WELCH, C. M.; AHOLA, J. K.; HALL, J. B.; MURDOCH, G. K.; CREWS JR, D. H.; DAVIS, L. C.; DOUMIT, M. E.; PRICE, W. J.; KEENAN, L. D.; HILL, R. A. Relationships

among performance, residual feed intake, and product quality of progeny from Red Angus sires divergent for maintenance energy EPD. **Journal of Animal Science**, v.90, n.13, p.5107-5117, 2012.

YAMAMOTO, S. M.; SILVA SOBRINHO, A. G.; PINHEIRO, R. S. B.; LEÃO, A. G.; CASTRO, D. P. V. Inclusão de grãos de girassol na ração de cordeiros sobre as características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.4, p.1925-1934, 2013.

ZEOLA, N. M. B. L.; SOUZA, P. A.; SOUZA, H. B. A.; SILVA SOBRINHO, A. G. Parâmetros qualitativos da carne ovina: um enfoque à maturação e marinação. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.102, n.563-564, p.215-224, 2007.

ZEOLA, N. M. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; GONZAGA NETO, S.; MARQUES, C. A. T. Composição centesimal da carne de cordeiros submetidos a dietas com diferentes teores de concentrado. **Ciência Rural**, v.34, n.1, p.253-257, 2004.

ZIEBA, D. A.; AMSTALDEN, M.; WILLIAMS, G. M. Regulatory roles of leptin in reproduction and metabolism: A comparative review. **Domestic Animal Endocrinology**, v.29, n.1, p.166-85, 2005.

ZORZI, K.; BONILHA, S. F.; QUEIROZ, A. C.; BRANCO, R. H.; SOBRINHO, T. L.; DUARTE, M. S. Meat quality of young Nellore bulls with low and high residual feed intake. **Meat Science**, v.93, n.3, p.593-599, 2013.

Consumo e ganho residual no desempenho e componentes não-carcaça em cordeiros mestiços Texel confinados

Residual intake and gain at the performance and non-car carcass components in Texel crossbred lambs confined

Resumo

Objetivou-se avaliar o desempenho, medidas biométricas *in vivo*, área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) do músculo *Longissimus thoracis* pela ultrassonografia e componentes não-carcaça de cordeiros de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR). Foram confinados individualmente 77 cordeiros mestiços Texel ($\frac{1}{4}$ Pantaneira + $\frac{3}{4}$ Texel), machos, não castrados em duas etapas: na primeira foram avaliados 47 cordeiros com peso médio inicial de $29,9 \pm 5,5$ kg e na segunda 30 cordeiros com peso médio inicial de $22,4 \pm 3,3$ kg. A dieta (15,2% de proteína bruta e 74,5% de nutrientes digestíveis totais) foi composta por silagem da parte aérea de milho e concentrado, com relação volumoso:concentrado de 40:60 em base de matéria seca. O consumo de matéria seca (CMS) e ganho médio diário (GMD) foram avaliados por 70 dias. Os animais foram classificados em três classes de CGR: alto (eficiente), médio (intermediário) ou baixo (ineficiente), com base no desvio padrão dessa variável. Foram obtidas medidas biométricas e avaliação por ultrassonografia *in vivo* no final do período experimental. Após o abate, foram avaliados os rendimentos dos componentes não-carcaça. A classificação dos cordeiros pelo CGR não influenciou ($P > 0,05$) o consumo total de nutrientes, peso corporal inicial e final dos animais, medidas biométricas *in vivo*. Os valores de AOL e EGS do músculo *Longissimus thoracis* obtidos por ultrassonografia foram similares entre as classes ($P > 0,05$), cujas médias foram $12,8 \text{ cm}^2$ e $3,65 \text{ mm}$, respectivamente. O GMD dos animais com alto ($0,31 \text{ kg dia}^{-1}$) e médio CGR ($0,29 \text{ kg dia}^{-1}$) foi maior em relação aos com baixo CGR ($0,26 \text{ kg dia}^{-1}$), resultando em GMD 16,1% superior para os animais mais eficientes. Os animais com alto e médio CGR também apresentaram melhorias significativas ($P < 0,0001$) para todos os índices de eficiência avaliados: conversão alimentar, eficiência alimentar bruta, taxa relativa de crescimento, índice de Kleiber, consumo alimentar residual (CAR) e ganho residual (GR). Os animais eficientes apresentaram CAR $0,150 \text{ kg dia}^{-1}$ menor e GR $0,060 \text{ kg dia}^{-1}$ maior comparados aos ineficientes ($P < 0,05$). Houve maior rendimento da lã/pele e menores rendimentos de testículos/bolsa escrotal e depósitos de gorduras do omento, mesentério e omento/mesentério para os animais mais eficientes e intermediários ($P < 0,05$). Houve uma redução de 16,2% no total de depósitos de gordura interna nos animais eficientes em relação aos ineficientes ($P < 0,05$). A identificação pelo CGR garante taxas de crescimento mais altas e redução de alguns componentes não-carcaça indesejáveis, como os depósitos de gorduras viscerais e o aumento de alguns desejáveis, como a pele/lã.

Palavras-chave: consumo alimentar residual, depósitos de gordura, ganho residual, medidas biométricas, ultrassonografia

Abstract

It was aimed to evaluate the performance, biometric measurements *in vivo*, rib eye area (REA) and backfat thickness (BF) of *Longissimus thoracis* muscle by ultrasonography and non-carcass components of lambs of different classes of residual intake and gain (RIG). Were individually confined 77 Texel crossbreed lambs ($\frac{1}{4}$ Pantaneira + $\frac{3}{4}$ Texel), males, not castrated in two steps: in the first 47 lambs were evaluated with initial mean weight of 29.9 ± 5.5 kg and in the second 30 lambs with initial mean weight of 22.4 ± 3.3 kg. The diet (15.2% crude protein and 74.5% total digestible nutrients) was composed of silage of the aerial part of corn and concentrate, with forage:concentrate ratio of 40:60 on a dry matter basis. The dry matter intake (DMI) and average daily gain (ADG) were evaluated individually for 70 days. The animals were classified in to three classes of RIG: hight (efficient), medium (intermediary) or low (inefficient), based on the standard deviation of this variable. Biometric measurements were performed and evaluation by ultrasonography *in vivo* at the end of the trial period. After slaughter, yield of non-carcass components were evaluated. The classification of lambs by RIG did not influence ($P>0.05$) the total nutrient intake, initial and final body weight of animals, biometric measurements *in vivo*. The values of REA and BF of the *Longissimus thoracis* muscle obtained by ultrasonography were similar between classes ($P>0.05$), whose averages were 12.8 cm^2 and 3.65 mm , respectively. The ADG for hight RIG animals (0.31 kg day^{-1}) and medium (0.29 kg day^{-1}) was higher in relation to low RIG (0.26 kg day^{-1}), resulting in ADG 16.1% higher for the more efficient animals. The hight and medium RIG animals also showed significant improvements ($P<0.0001$) for all efficiency indexes evaluated: feed conversion, feed efficiency, relative growth rate, Kleiber index, residual feed intake (RFI) and residual gain (RG). The efficient animals presented RFI $0.150 \text{ kg day}^{-1}$ lower and RG $0.060 \text{ kg day}^{-1}$ higher compared to inefficient ones ($P<0.05$). There was higher yield of skin/wool and lower yields of testicles/scrotal pouch and fat deposits of the omentum, mesentery and omentum/mesentery for the more efficient and intermediates animals ($P<0.05$). There was a reduction of 16.2% in the total of fat deposits internal for efficient animals in relation to inefficient ones ($P<0.05$). The identification by RIG ensures higher growth rates and reduction some undesirable non-carcass components, such as visceral fat deposits and the increase of some desirable, such as skin/wool.

Key words: biometric measures, fat deposits, residual feed intake, residual gain, ultrasonography

Introdução

Durante muitos anos a ovinocultura foi vista como uma atividade voltada para a agricultura familiar, considerada de subsistência e sem fins lucrativos para pecuária nacional. No entanto, com melhorias nas técnicas de manejo sanitário, nutricional e genético, a produção de ovinos ganhou espaço como importante fonte de renda dentro da empresa rural (FERNANDES et al., 2011). O Brasil concentra o 18º maior rebanho de ovinos. Em 2015, o rebanho ovino brasileiro foi estimado em 18,4 milhões de animais, o que representa um crescimento de 4,5% em relação ao ano anterior (FAO, 2015). Diante desse crescimento, torna-se essencial a otimização do setor de ovinos com a identificação de animais eficientes no uso dos nutrientes para ganho de peso. O termo eficiência se refere à capacidade com que os recursos alimentares são convertidos em produto animal de maneira mais econômica (PAULA et al., 2013).

Existem vários índices de eficiência, como conversão alimentar, eficiência alimentar, taxa relativa de crescimento, índice de Kleiber, consumo alimentar residual e ganho residual, entre outros (ARCHER et al., 1999), porém, devido às limitações dos mesmos (dependência com o ganho de peso, aumento do peso corporal adulto, alteração na composição da carcaça ou aumento no consumo de alimento), um novo índice foi proposto por Berry e Crowley (2012), denominado consumo e ganho residual (CGR) com o objetivo de identificar animais com alta taxa de crescimento que apresentem menor consumo de alimentos sem comprometer o peso corporal adulto e a composição corporal da carcaça. Para isto, os animais são avaliados individualmente quanto ao consumo de matéria seca e ganho de peso durante um determinado período e classificados em eficientes, intermediários ou ineficientes para estudo das características desejadas.

Diversos estudos (BRANCO et al., 2009; VAZ et al., 2015; SILVA et al., 2016) observaram que as diferenças nas taxas metabólicas e alteração do tamanho de alguns órgãos e vísceras podem ajudar a explicar a variação na eficiência alimentar nos animais. Porém são informações obtidas em estudos com bovinos, sendo escassas as avaliações realizadas em ovinos. Portanto, incluir o estudo desses componentes em trabalhos que avaliem índice de eficiência em cordeiros torna-se fundamental.

Objetivou-se avaliar o desempenho, medidas biométricas *in vivo*, área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea do músculo *Longissimus thoracis* obtidas pela ultrassonografia e rendimento dos componentes não-carcaça de cordeiros mestiços Texel de diferentes classes de CGR.

Material e Métodos

Cronograma experimental, animais e instalações

O experimento foi conduzido em duas etapas no Laboratório de Metabolismo Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEZ) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), localizada no município de Campo Grande – Mato Grosso do Sul, no período compreendido entre setembro e dezembro de 2015 (primeira etapa) e julho a outubro de 2016 (segunda etapa). Este experimento foi conduzido de acordo com as normas da Comissão de Ética no Uso de Animais, desta instituição, conforme parecer de aprovação número 632/2014 – CEUA/UFMS.

Na primeira etapa, foram utilizados 47 cordeiros mestiços Texel ($\frac{1}{4}$ Pantaneira + $\frac{3}{4}$ Texel), machos, não castrados, com peso médio inicial de $29,9 \pm 5,5$ kg e idade entre 3 a 5 meses. Na segunda etapa foram utilizados 30 cordeiros mestiços Texel ($\frac{1}{4}$ Pantaneira + $\frac{3}{4}$ Texel), machos, não castrados, com peso médio inicial de $22,4 \pm 3,3$ kg e idade entre 2 a 4 meses.

Nas duas etapas, os animais foram identificados e distribuídos aleatoriamente em baias individuais de 2,5 m², com piso suspenso e ripado, providas de comedouros e bebedouros individuais. O período de adaptação à dieta, manejo e instalações foi de 25 dias, e o período experimental de 70 dias, totalizando 95 dias de confinamento. No período de adaptação foram realizadas vermifugações de forma estratégica com base em análises de contagem de ovos por grama de fezes (OPG) para controle de endoparasitos.

Dieta, manejo alimentar e coletas

A dieta experimental foi formulada de acordo com as recomendações do NRC (2007), considerando os valores médios das exigências nutricionais de animais precoces e tardios com teores de 15% de proteína bruta e 75% de nutrientes digestíveis totais para ganho médio diário de 200 g. A silagem da parte aérea de milho foi utilizada como volumoso e o concentrado foi composto por milho grão moído, farelo de soja, mistura mineral, ureia e complementos. A relação volumoso:concentrado foi de 40:60 (Tabela 1).

Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.

Ingredientes (% MS)	Etapa 1 - 2015	Etapa 2 - 2016
Silagem de milho	40,00	40,00
Milho grão moído	38,94	38,94
Farelo de soja	16,80	16,80
Mistura mineral ¹	0,90	0,90
Ureia	0,30	0,30
Complementos ²	3,06	3,06
Composição química		
Matéria seca (% MN)	55,30	52,32
Proteína bruta (% MS)	15,40	14,97
Matéria mineral (% MS)	5,27	5,45
Extrato etéreo (% MS)	3,08	2,81
FDNp (% MS) ³	24,65	30,43
FDAp (% MS) ⁴	12,04	15,40
Carboidratos não fibrosos (% MS) ⁵	52,74	47,19
Nutrientes digestíveis totais (% MS) ⁶	76,34	72,72

¹Níveis de garantia (nutrientes kg⁻¹ do produto): Cálcio (4,07 g); Fósforo (1,35 g); Cobre (3,75 mg); Cobalto (0,30 mg); Manganês (8,66 mg); Zinco 27,35 mg; Iodo (0,44 mg); Selênio (0,16 mg); Enxofre (1,27 g); Sódio (2,42 g); Vitamina A (20.000,00 UI); Vitamina D (2.000,00 UI); Vitamina E (60,40 UI); Levedura cana de açúcar (20,45 g); Proteína bruta (199,71 g); NNP (14,10 g); NDT (798,48 g). ²Aroma de leite, melaço, levedura, vitaminas, enxofre, bicarbonato de sódio e carbonato de cálcio. ³FDN = fibra em detergente neutro corrigido para proteína; ⁴FDA = fibra em detergente ácido corrigido para proteína. ⁵CNF volumoso = $100 - (PB + MM + FDNp + EE)$ (SNIFFEN et al., 1992) e CNF concentrado = $100 - [(PB - PB \text{ derivada da ureia} + \text{inclusão de ureia}) + MM + FDNp + EE]$ (HALL, 2000). ⁶NDT = $91,0246 - (0,571588 \times FDN)$ (CAPPELLE et al., 2001).

A dieta foi fornecida na forma de ração total (silagem + concentrado), *ad libitum* em duas refeições diárias, às 07h30 e 14h30. A quantidade de alimento foi ajustada diariamente em função das sobras, que foram mantidas em torno de 10% da dieta total. A água foi fornecida à vontade.

Foram coletadas amostras de silagem, concentrado e sobras de cada animal em intervalos de 14 dias, congeladas em freezer a -20 °C para análises no Laboratório de Nutrição Animal (FAMEZ/UFMS). Após o término do ensaio, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas, e moídos em moinho tipo Willey (com peneira de crivo de 1 mm) para determinação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE), segundo as metodologias da Association of Official Analytical Chemistry (1995).

As análises de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram feitas de acordo com a metodologia de Van Soest (1991). Os teores de FDN e FDA foram corrigidos para proteína (FDNp e FDAp). Os carboidratos não fibrosos (CNF) do volumoso foram estimados conforme Sniffen et al. (1992): $CNF = 100 - (PB + MM + FDNp + EE)$ e do concentrado segundo equação de Hall (2000): $CNF = 100 - [(PB - PB \text{ derivada da ureia} + \text{inclusão de ureia}) + MM + FDNp + EE]$. O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado a partir da equação proposta por Cappelle et al. (2001): $91,0246 - (0,571588 \times FDN)$.

Desempenho e medidas de eficiência alimentar

Para obtenção do peso corporal inicial (PCi) e final (PCf) foram realizadas pesagens sem jejum, no início e no final do período experimental, respectivamente. O ganho médio diário observado (GMDobs) e o peso corporal médio metabólico ($PCM^{0,75}$), utilizado nas predições de consumo de matéria seca (CMS) e GMD, foram obtidos conforme metodologia proposta por Koch et al. (1963).

O CMS observado (CMSobs) foi obtido pela diferença entre a quantidade de MS oferecida e a quantidade de MS das sobras de cada indivíduo.

Os índices de eficiência alimentar avaliados foram: conversão alimentar (CA), eficiência alimentar bruta (EAB), taxa relativa de crescimento (TRC), índice de Kleiber (IK), consumo alimentar residual (CAR), ganho residual (GR) e consumo e ganho residual (CGR).

A CA foi calculada pela razão entre a média de CMSobs e o GMDobs, a EAB pelo inverso desta relação, a $TRC = 100 \times (\log PCf - \log PCi) / \text{dias em experimento}$ (FITZHUGH JUNIOR; TAYLOR, 1971), e o $IK = GMD/PCM^{0,75}$ (KLEIBER, 1936).

O CAR foi determinado pela equação proposta por Koch et al. (1963): $CAR = CMSobs - CMSpred$. O CMS predito (CMSpred) foi calculado pela regressão do CMSobs em função do $PCM^{0,75}$ e do GMDobs dos animais, por meio do procedimento MIXED do pacote estatístico SAS University (SAS Institute, 2009).

O GR também foi obtido pela equação proposta por Koch et al. (1963): $GR = GMDobs - GMDpred$. O GMDpred foi determinado pelo procedimento MIXED do pacote estatístico do SAS

University (SAS Institute, 2009), pela regressão múltipla do GMDobs em função do $PCM^{0,75}$ e do CMSobs.

Medidas biométricas e avaliação por ultrassonografia in vivo

As medidas biométricas *in vivo* realizadas nos animais ao final do período experimental foram: comprimento corporal (CC); perímetro torácico (PT); altura de cernelha (AC); altura de garupa (AG); largura de cernelha (LC); largura de garupa (LG) (OSÓRIO et al., 1998) e escore de condição corporal (ECC) que foi obtido por palpação da região lombar e da inserção da cauda dos cordeiros, com atribuição de notas de 1 a 5, sendo 1 = muito magro, 2 = magro, 3 = ligeiramente gordo, 4 = gordo e 5 = muito gordo, conforme proposto por Osório e Osório (2005).

As avaliações da área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) por meio de ultrassonografia foram realizadas somente ao final da segunda etapa do experimento. Utilizou-se um equipamento Aloka SSD-500 Micrus (Aloka Co. Ltd), com transdutor linear de 12 mm de comprimento e frequência de 3,5 MHz, que foi disposto de maneira perpendicular ao comprimento do músculo *Longissimus thoracis*, do lado direito, entre a 12ª e a 13ª costelas. Todas as imagens foram armazenadas em computador e analisadas utilizando o programa Lince®.

Abate e componentes não-carcaça

Os abates foram realizados após 70 dias de experimento no Frigorífico Flor da Serra, em Campo Grande – MS, com jejum de sólido por 16 horas, registrando-se o peso corporal ao abate (PCA). O sangue foi recolhido em um recipiente e pesado. Em seguida, foi realizada a esfolagem e evisceração, e os componentes não-carcaça foram acondicionados em sacos plásticos identificados e encaminhados à Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande – MS (primeira etapa) e ao Laboratório de Carne da FAMEZ/UFMS (segunda etapa) para separação e pesagens dos componentes não-carcaça: componentes externos (pele/lã, patas, cabeça, cauda e testículos), órgãos (língua/traqueia/esôfago, coração, pulmão, baço, fígado/vesícula biliar/diafragma, rins e aparelho reprodutor/urinário), trato gastrointestinal (pré-estômago e abomaso, intestino delgado e intestino grosso) e depósitos de gorduras viscerais (cardíaca, omental, mesentérica, omental/mesentérica, perirrenal e inguinal). A gordura total foi obtida pelo somatório dos depósitos de gordura. Os componentes do trato gastrointestinal (TGI) foram pesados cheios e vazios, para determinação do peso do TGI vazio. Os componentes não-carcaça foram expressos em percentual do PCA dos animais.

Análises estatísticas dos dados

Para obtenção do consumo e ganho residual (CGR), foi utilizada a equação proposta por Berry e Crowley (2012): $CGR (kg \text{ dia}^{-1}) = -1 \times CAR + GR$. Para o cálculo desse índice não foram ponderados os efeitos citados anteriormente na estimativa do CAR e GR e ambos foram previamente padronizados para variância 1.

Foi feito o cálculo do CGR de cada indivíduo para cada etapa separadamente e estabelecidas três classes de CGR com base no desvio padrão dessa variável: os animais cujo CGR foi 0,5 desvio padrão maior que a média foram classificados como alto CGR (eficientes); os animais com 0,5 desvio padrão menor que a média foram classificados como baixo CGR (ineficientes) e os animais com valores entre alto e baixo CGR foram classificados como médio CGR (intermediários).

Os dados das duas etapas foram agrupados e analisados em delineamento inteiramente casualizado, considerando o efeito fixo das classes de CGR e o efeito aleatório dos ensaios, onde cada animal representou uma unidade experimental, também foram analisados quanto à presença de outliers. Foram utilizados os procedimentos (PROC) MIXED do SAS University (SAS Institute Inc. Cary, CA) para um nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

Do total de ovinos avaliados quanto ao consumo e ganho residual (CGR), 22 animais (29%) apresentaram baixo CGR (ineficientes) e 20 (26%) alto CGR (eficientes), enquanto os demais 35 indivíduos (45%) se enquadraram no grupo médio CGR (intermediários). Na população avaliada, a média, os valores máximo e mínimo e o desvio padrão para a característica CGR foram de 0,00; 5,11; -4,06 e 1,78 kg d⁻¹, respectivamente (Tabela 2).

As classes de CGR não diferiram entre si em relação aos pesos corporais inicial (PCi), final (PCf), médio (PCM) e médio metabólico (PCM^{0,75}) (Tabela 2; P>0,05). Estes resultados corroboram os obtidos por Berry e Crowley (2012), Chaves (2013) e Nascimento et al. (2016) quando avaliaram novilhos classificados pelo CGR e encontraram pesos corporais similares entre as classes de eficiência.

Tabela 2. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para as variáveis de desempenho obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).

Variáveis	Classes de CGR ¹ (n = 77) ²			Valor-P ³
	Baixo (Ineficientes)	Médio (Intermediários)	Alto (Eficientes)	
Número de animais	22	35	20	-
CGR (média), kg dia ⁻¹	-	0,00	-	-
Máximo, kg dia ⁻¹	-	5,11	-	-
Mínimo, kg dia ⁻¹	-	-4,06	-	-
Desvio padrão	-	1,78	-	-
Peso corporal inicial, kg	27,8±3,76	25,6±3,71	25,6±3,77	0,200
Peso corporal final, kg	45,6±4,66	45,8±4,59	47,1±4,67	0,667
Peso corporal médio, kg	37,1±4,13	36,0±4,06	36,4±4,14	0,740
Peso médio metabólico, kg ^{0,75}	14,4±1,19	14,1±1,18	14,4±1,20	0,693
Ganho médio diário, kg	0,26±0,01 ^b	0,29±0,01 ^a	0,31±0,01 ^a	<0,0001

¹Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t ao nível de 5%. ²n = número de animais. ³Valor-P para o efeito de classe de CGR.

A ausência de efeito entre as classes de CGR para o PCi, PCf e $PCM^{0,75}$ pode ser devido a utilização do CAR e do ganho residual (GR) no modelo, cujas equações de predição foram obtidas em função do $PCM^{0,75}$, tornando-o fenotipicamente independente dessas características (KOCH et al., 1963; BERRY; CROWLEY, 2012). Dessa forma, o CGR apresenta potencial de uso para identificação de cordeiros eficientes, pois como não altera o PCf, provavelmente o tamanho adulto também não seria afetado, o que representa uma vantagem na utilização desse índice, pois o aumento no tamanho adulto pode elevar as exigências nutricionais do animal (HERD et al., 2003).

Houve diferença significativa ($P < 0,0001$) entre as classes de CGR para GMD, com maior média para os grupos alto ($0,31 \text{ kg dia}^{-1}$) e médio CGR ($0,29 \text{ kg dia}^{-1}$) em relação ao baixo CGR ($0,26 \text{ kg dia}^{-1}$). Os cordeiros mais eficientes apresentaram GMD 16,1% superior aos ineficientes, tal resultado pode estar associado a menor exigência de manutenção (dados não obtidos no presente estudo) com mudanças na partição de energia no organismo desses cordeiros, já que a ingestão de energia da dieta (Tabela 3) foi similar entre as classes de eficiência, assim, pode ter ocorrido direcionamento maior da proporção de energia para atendimento das exigências líquidas de ganho, permitindo a manifestação do maior desempenho dos animais eficientes.

Estes resultados corroboram os obtidos por Berry e Crowley (2012), Chaves (2013) e Nascimento et al. (2016) quando avaliaram bovinos classificados pelo CGR e observaram que animais mais eficientes expressaram um ganho de peso 17,7%, 14,8% e 20,4% maior em relação aos ineficientes, respectivamente.

Em trabalho realizado por Chaves (2013) com 84 bovinos Nelore classificados de acordo com o CAR, GR e CGR, foram selecionados os 10% mais eficientes (Top) de cada um desses índices de eficiência. O autor observou que os animais Top CAR apresentaram menor CMS, no entanto, também ganharam menos peso, e os Top GR foram os que ganharam mais peso, porém, também tiveram maior CMS. Já os animais classificados como Top CGR apresentaram CMS e GMD em posições intermediárias, sugerindo a produção de animais mais rentáveis.

Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre as classes de CGR para o consumo de matéria seca (CMS) e de nutrientes dos cordeiros expressos em valor absoluto (kg dia^{-1}) e valor relativo (% PCM) (Tabela 3). O conhecimento do CMS, assim como dos nutrientes nela contidos é fundamental para o estudo do desempenho animal. Como o consumo dos nutrientes calculados fazem parte da fração da MS, já era esperado não detectar efeito significativo sobre os mesmos (SILVA et al., 2017).

Os resultados verificados no presente estudo diferem dos encontrados por Berry e Crowley (2012) que trabalharam com bovinos classificados de acordo com o CGR e observaram diferença significativa no CMS, em média 5,45% menor para os animais eficientes em relação aos ineficientes ($10,4 \text{ kg dia}^{-1}$ vs $11,0 \text{ kg dia}^{-1}$, respectivamente). Esses mesmos autores relataram que apesar dos animais mais eficientes pelo CGR apresentarem maior consumo por dia em relação aos mais eficientes pelo consumo alimentar residual (CAR), a quantidade total de alimento consumido durante o período de avaliação foi menor para os animais classificados pelo CGR, devido à dupla finalidade desse índice para

identificar animais de crescimento mais acelerado que consomem, em média, menos alimento, assim, atingem o ponto de abate mais rápido, reduzindo o tempo de confinamento.

Tabela 3. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para consumo de nutrientes obtidos em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).

Variáveis ¹	Classes de CGR ² (n = 77) ³			Valor-P ⁴
	Baixo (Ineficientes)	Médio (Intermediários)	Alto (Eficientes)	
Consumo de nutrientes (kg dia ⁻¹)				
CMS	1,28±0,17	1,27±0,16	1,22±0,17	0,636
CPB	0,20±0,03	0,20±0,03	0,20±0,03	0,685
CFDN	0,34±0,01	0,33±0,01	0,31±0,01	0,432
CEE	0,04±0,01	0,04±0,01	0,04±0,01	0,697
CMM	0,07±0,01	0,07±0,01	0,07±0,01	0,684
CCNF	0,67±0,12	0,67±0,12	0,64±0,12	0,690
CNDT	0,98±0,15	0,97±0,15	0,94±0,15	0,666
Consumo de nutrientes (% do peso corporal médio)				
CMS	3,47±0,08	3,53±0,07	3,36±0,08	0,086
CPB	0,55±0,02	0,56±0,01	0,54±0,02	0,092
CFDN	0,91±0,10	0,92±0,10	0,87±0,10	0,093
CEE	0,11±0,01	0,11±0,01	0,10±0,01	0,145
CMM	0,186±0,004	0,190±0,003	0,182±0,004	0,143
CCNF	1,79±0,13	1,83±0,13	1,75±0,13	0,107
CNDT	2,63±0,11	2,68±0,11	2,56±0,11	0,095

¹CMS = consumo de matéria seca; CPB = consumo de proteína bruta; CFDN = consumo de fibra em detergente neutro; CEE = consumo de extrato etéreo; CMM = consumo de matéria mineral; CCNF = consumo de carboidratos não fibrosos; CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais. ²Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t ao nível de 5%. ³n = número de animais. ⁴Valor-P para o efeito de classe de CGR.

Chaves (2013) avaliaram bovinos identificados pelo CGR e encontraram relação do CMS e consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) com o CGR e constataram que os animais mais eficientes apresentaram CMS 11,7% menor comparados aos ineficientes. Em estudo com novilhos Nelore, Nascimento et al. (2016) também relataram menor CMS (9,6%) e CNDT (10,5%) em novilhos Nelore eficientes pelo CGR comparados aos ineficientes.

Considerando os valores médios de exigências nutricionais de cordeiros precoces e tardios preconizadas pelo NRC (2007) para formulação da dieta dos cordeiros, foi possível garantir o fornecimento de dieta de boa qualidade para que pudessem expressar seu potencial de GMD acima do valor previsto (200 g d⁻¹), independente da classe de eficiência (Figura 1).

Conforme se observa na Figura 1, a maioria dos animais pertencentes à classe positiva (cor verde) apresentou ganho de peso acima de 300 g dia⁻¹, já em relação a classe negativa (cor azul) o número de animais com ganho acima desse valor foi bem reduzido, evidenciando uma limitação no desempenho desses animais, já que o CMS foi semelhante entre as classes. Analisando os animais eficientes e ineficientes, ficam evidente os benefícios do CGR como índice de eficiência para redução do tempo de

confinamento devido as taxas de crescimento estarem associadas à precocidade no acabamento (LEME; GOMES, 2007), consequentemente, levaria a redução dos custos com a alimentação, que representam em torno de 70% dos custos de produção de um animal em terminação (MARTINS et al., 2000).

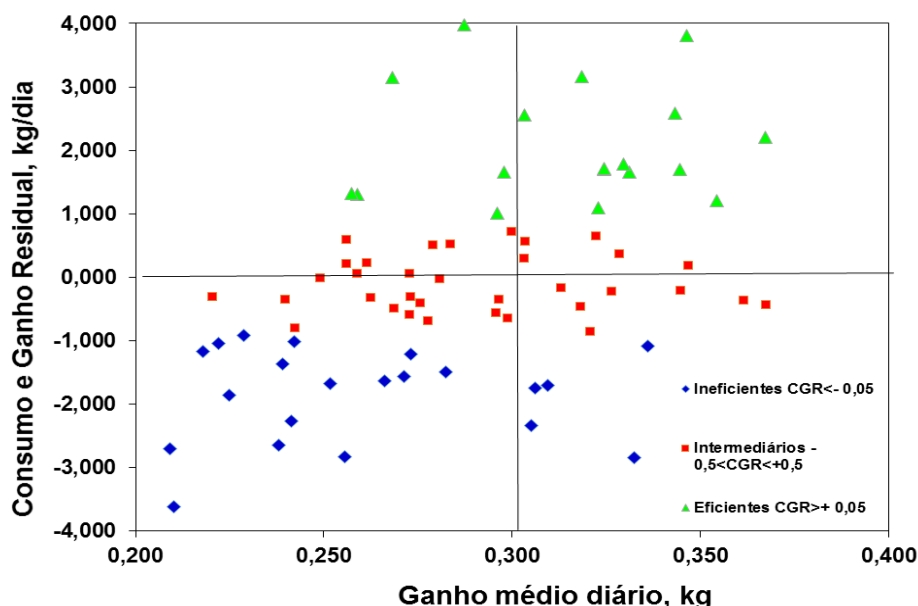


Figura 1. Relação entre ganho médio diário e consumo e ganho residual (CGR) de cordeiros mestiços Texel confinados.

As classes de CGR influenciaram significativamente ($P < 0,0001$) todos os índices de eficiência alimentar avaliados: CA, EAB, TRC, IK, CAR e GR (Tabela 4). Os animais com alto CGR apresentaram melhor desempenho quanto a CA, EAB, CAR e GR, seguidos do grupo com médio e por último do baixo CGR. Os animais pertencentes ao grupo alto CGR obtiveram valor médio de 3,91 kg de CMS.kg de ganho⁻¹ para CA, enquanto os animais do grupo baixo CGR de 4,99 kg de CMS.kg de ganho⁻¹.

Tabela 4. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para os índices de eficiência obtidos em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).

Índices de eficiência	Classes de CGR ¹ (n = 77) ²			Valor-P ³
	Baixo (Ineficientes)	Médio (Intermediários)	Alto (Eficientes)	
Conversão alimentar	4,99±0,40 ^a	4,28±0,40 ^b	3,91±0,40 ^c	<0,0001
Eficiência alimentar bruta	0,20±0,02 ^c	0,24±0,02 ^b	0,26±0,02 ^a	<0,0001
Taxa relativa de crescimento	0,32±0,03 ^b	0,37±0,03 ^a	0,39±0,03 ^a	<0,0001
Índice de Kleiber	0,018±0,001 ^b	0,021±0,001 ^a	0,022±0,001 ^a	<0,0001
Consumo alimentar residual	0,06±0,01 ^a	0,01±0,01 ^b	-0,09±0,01 ^c	<0,0001
Ganho residual	-0,03±0,003 ^c	0,00±0,003 ^b	0,03±0,003 ^a	<0,0001

CA = conversão alimentar (kg de CMS.kg de ganho⁻¹); EFB = eficiência alimentar bruta (kg de ganho.kg de CMS⁻¹); TRC = taxa relativa de crescimento (% dia⁻¹); IK = índice de Kleiber (kg de ganho.kg de peso corporal metabólico⁻¹); CAR = consumo alimentar residual (kg dia⁻¹); GR = ganho residual (kg dia⁻¹). ¹Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t ao nível de 5%. ²n = número de animais. ³Valor-P para o efeito de classe de CGR.

Os animais eficientes apresentaram CA 27,6% menor, EAB 23,1% maior, CAR 0,150 kg dia⁻¹ menor e GR 0,060 kg dia⁻¹ maior em relação aos ineficientes. A TRC foi melhor para os animais mais eficientes (0,39% dia⁻¹) e intermediários (0,37% dia⁻¹) comparados aos ineficientes (0,32% dia⁻¹). O IK também apresentou melhores índices para os animais com alto (0,022 kg de ganho.kg de PCM^{0,75-1}) e médio CGR (0,021 kg de ganho.kg de PCM^{0,75-1}) do que os com baixo CGR (0,018 kg de ganho.kg de PCM^{0,75-1}), pois valores maiores são mais favoráveis, indicando maior crescimento corporal obtido sem aumento do custo da energia de manutenção (ARCHER et al., 1999). Estes resultados são similares aos verificados por Paula et al. (2013) quando avaliaram cordeiros classificados de acordo com o CAR e encontraram valor médio para TRC de 0,32% dia⁻¹ e IK de 0,021 kg de ganho.kg de PCM^{0,75-1}.

Algumas medidas de eficiência como CA, EAB, TRC e IK devem ser usadas com cautela, pois são altamente relacionadas ao GMD (ARCHER et al., 1999), podendo resultar em aumento no tamanho adulto dos animais.

As classes de CGR não influenciaram ($P>0,05$) os valores finais de medidas biométricas realizadas nos cordeiros, cujas médias foram: altura de garupa (62,9 cm), altura de cernelha (60,8 cm), largura de garupa (24,8 cm), largura de cernelha (23,7 cm), perímetro torácico (87,5 cm), comprimento corporal (81,6 cm) e escore de condição corporal (3,56) ($P>0,05$; Tabela 5).

Tabela 5. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para as medidas biométricas e avaliação por ultrassonografia *in vivo* obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).

Variáveis	Classes de CGR ¹			Valor-P ³
	Baixo (Ineficientes)	Médio (Intermediários)	Alto (Eficientes)	
Medidas biométricas (n = 77) ²				
Altura de garupa, cm	62,7±2,35	62,8±2,29	63,1±2,35	0,933
Altura de cernelha, cm	60,1±2,57	61,3±2,52	60,9±2,57	0,476
Largura de garupa, cm	24,7±0,67	24,5±0,61	25,3±0,68	0,440
Largura de cernelha, cm	24,0±0,43	23,4±0,34	23,7±0,45	0,570
Perímetro torácico, cm	86,7±2,33	87,0±2,22	88,9±2,35	0,337
Comprimento corporal, cm	81,0±9,67	81,9±9,62	81,8±9,67	0,896
Escore de condição corporal	3,79±0,72	3,40±0,72	3,48±0,72	0,071
Avaliação por ultrassonografia (n = 30) ²				
Área do <i>Longissimus thoracis</i> , cm ²	12,8±0,76	12,4±0,54	13,3±0,67	0,559
Espessura de gordura subcutânea, mm	4,21±0,43	3,19±0,30	3,54±0,38	0,169

¹Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t ao nível de 5%. ²Valor-P para o efeito de classe de CGR. ³n = número de animais.

Os resultados evidenciados neste estudo podem ser devido ao fato do CGR ser independente do PC, característica esta associada às medidas biométricas dos animais, principalmente ao perímetro torácico, largura do peito e da garupa (PINHEIRO; JORGE, 2010). Dentre as medidas, o perímetro torácico é a que melhor se relaciona com o peso corporal, e também está associado com a capacidade digestiva e respiratória, consequentemente com o desenvolvimento dos animais (DANTAS et al., 2016).

Em experimento com novilhos mestiços classificados pelo CAR Basarab et al. (2003) também não observaram diferenças na altura de garupa entre animais eficientes e ineficientes.

O ECC dos cordeiros do presente estudo pode ser considerado bom, indicando que estes animais apresentavam acabamento adequado, uma vez que a avaliação da condição corporal do animal vivo estima a quantidade de músculo e gordura em relação à óssea e, portanto, pode auxiliar na decisão do melhor momento para efetuar o abate desses animais (PINHEIRO et al., 2007).

As médias finais de área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) obtidas pela ultrassonografia no músculo *Longissimus thoracis* também não diferiram entre as classes de eficiência ($P>0,05$; Tabela 5). Estes resultados corroboram os obtidos por Paula et al. (2012) que avaliaram as medidas de AOL, EGS e profundidade do músculo *Longissimus* entre a 12ª e 13ª costelas por ultrassonografia em cordeiros classificados pelo CAR e não observaram diferenças entre as classes de eficiência.

De acordo com a classificação de Silva Sobrinho e Osório (2008), o valor médio de EGS final (3,65 mm) obtida pela técnica de ultrassonografia nos cordeiros pode ser considerado adequado para abate dos animais (2 até 5 mm de espessura). Variáveis como AOL e EGS obtidas por ultrassonografia juntamente com outras características medidas no animal vivo podem auxiliar na estimativa da composição corporal dos animais (McMANUS et al., 2013) e orientar os produtores quanto ao acabamento e o melhor momento de abate dos animais (SOUZA et al., 2014).

Dos valores obtidos para biometria e ultrassonografia *in vivo* (Tabela 5) pode-se inferir que os animais estavam em condições alimentares adequadas e que a dieta utilizada proporcionou ganho de peso suficiente para crescimento e desenvolvimento corporal, resultando em boa conformação anatômica de acordo com o padrão da raça Texel, desenvolvimento proporcional das distintas regiões e ECC final adequado para abate nas três classes de CGR, sugerindo acabamento e rendimentos de carcaças satisfatórios à indústria frigorífica.

Não foram observadas diferenças significativas dos pesos relativos (% PCA) no total de componentes não-carcaça, sangue, cabeça, patas, cauda, órgãos e trato gastrointestinal cheio e vazio entre as classes de CGR ($P>0,05$). O total de componentes não-carcaça representou em média 40,6% PCA, esse valor ficou próximo ao obtido por Pompeu et al. (2013) de aproximadamente 40% do PCA dos ovinos (Tabela 6).

Os animais com alto e médio CGR apresentaram maior rendimento de lã/pele (12,3% vs 11,0%, respectivamente) comparados aos com baixo CGR ($P<0,05$; Tabela 6). Esse resultado pode ser interessante sob o ponto de vista da produção de lã e para produtores que visam também a comercialização da pele/lã (pelego), o que pode representar mais uma vantagem na utilização do CGR para identificação de animais eficientes, visto que a pele/lã é o componente não-carcaça de maior importância econômica, podendo chegar entre 10 a 20% do valor do animal (FRASER; STAMP, 1989).

Contudo, os animais eficientes apresentaram menor peso relativo de testículos/bolsa escrotal comparados aos ineficientes (1,13% vs 1,33%, respectivamente) ($P<0,05$; Tabela 6). Os pesos de testículos e bolsa escrotal não foram avaliados separadamente no presente estudo, porém a hipótese de

que a maior proporção observada nos animais ineficientes esteja associada à maior deposição de gordura na bolsa escrotal pode ser considerada, pois esses animais apresentaram maiores depósitos de gorduras viscerais (Tabela 7).

Tabela 6. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para a porcentagem dos componentes não-carcaça em relação ao peso corporal ao abate (%PCA) obtida em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).

Componentes não-carcaça (% do PCA)	Classes de CGR ¹			Valor-P ²
	Baixo (Ineficientes)	Médio (Intermediários)	Alto (Eficientes)	
Sangue (n = 47) ³ e componentes externos (n = 77) ³				
Não carcaça	40,1±0,47	40,7±0,39	41,0±0,54	0,456
Sangue	4,04±0,11	3,95±0,09	3,85±0,13	0,531
Cabeça	4,91±0,09	4,99±0,07	4,84±0,09	0,398
Lã/Pele	11,0±0,36 ^b	12,3±0,28 ^a	12,3±0,37 ^a	0,019
Patas	2,16±0,04	2,28±0,03	2,27±0,04	0,058
Cauda	0,60±0,07	0,67±0,07	0,65±0,08	0,294
Testículos/bolsa escrotal	1,33±0,15 ^a	1,18±0,15 ^b	1,13±0,15 ^b	0,028
Órgãos (n = 77) ³				
Língua/traqueia/esôfago	0,92±0,33	0,88±0,32	0,90±0,33	0,546
Coração	0,39±0,01	0,39±0,01	0,39±0,01	0,874
Pulmão	0,93±0,03	0,90±0,02	0,90±0,03	0,715
Baço	0,18±0,01	0,18±0,01	0,17±0,01	0,555
Fígado/vesícula/diafragma	1,94±0,06	1,90±0,05	1,93±0,06	0,712
Rins	0,23±0,01	0,25±0,01	0,24±0,01	0,369
Ap. reprodutor/urinário	0,25±0,03	0,31±0,03	0,31±0,04	0,190
Trato gastrointestinal cheio (TGI) (n = 77) ³				
Pré + estômagos cheios	9,59±0,56	9,68±0,52	9,79±0,56	0,890
Intestino delgado cheio	1,91±0,14	2,13±0,13	2,07±0,14	0,117
Intestino grosso cheio	2,03±0,08	2,16±0,06	2,07±0,08	0,371
Trato gastrointestinal vazio (TGI) (n = 47) ³				
Pré + estômagos vazios	2,63±0,11	2,72±0,09	2,74±0,13	0,753
Intestino delgado vazio	1,20±0,06	1,19±0,05	1,29±0,07	0,540
Intestino grosso vazio	0,66±0,03	0,69±0,02	0,71±0,03	0,517
Conteúdo TGI	4,48±0,15	4,60±0,13	4,73±0,17	0,567

¹Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t ao nível de 5%. ²Valor-P para o efeito de classe de CGR. ³n = número de animais.

Tais resultados podem estar relacionados a precocidade sexual dos animais ineficientes, uma vez que o perímetro escrotal (PE) é uma medida altamente associada com a idade precoce à puberdade (KEALEY et al., 2006). Apesar de não ter sido mensurado o PE neste estudo, existe alta correlação entre o peso dos testículos/bolsa escrotal e o PE (0,60) (SANTOS et al., 2016), ou seja, animais com maior peso desse componente não-carcaça provavelmente apresentarão maior valor de PE. O maior peso dos testículos/bolsa escrotal também pode indicar maior capacidade produtiva espermática, pois Kealey et al. (2006) verificaram que o PE é uma medida altamente associada com a capacidade de produção de

esperma, e Louvandini et al. (2008) observaram que a melhor característica a se relacionar com a capacidade produtiva espermática é o volume testicular, sendo este fortemente correlacionado (0,74) com o peso dos testículos/bolsa escrotal, segundo Santos et al. (2016).

Com base nessas informações, o menor peso relativo dos testículos/escrotal nos animais eficientes pode ser uma característica indesejável do ponto de vista do sistema reprodutivo. Awda et al. (2013) verificaram que os touros jovens com melhor eficiência alimentar (baixo CAR) apresentaram menores valores de PE, entretanto, Arthur et al. (2001) relataram ausência de relações entre CAR e PE. Estudos que relacionam índices de eficiência como o CGR à reprodução ainda são incipientes, principalmente para a espécie ovina, portanto mais pesquisas nessa área devem ser realizadas a fim de obter mais informações sobre os possíveis efeitos que os índices de eficiência podem ocasionar nas características reprodutivas.

Embora não tenham sido observadas diferenças significativas ($P>0,05$) nos pesos relativos dos órgãos e trato gastrointestinal no presente estudo (Tabela 6), alguns autores (BRANCO et al., 2009; KOZLOSKI, 2011) afirmam que as alterações no tamanho de alguns órgãos e vísceras podem influenciar a variação da eficiência alimentar devido as divergências nas taxas metabólicas, pois os tecidos viscerais como os do TGI e fígado apresentam elevado *turnover* proteico (KOZLOSKI, 2011) e juntos consomem aproximadamente 45 a 50% da energia de manutenção para absorção e metabolismo dos nutrientes (VÉRAS et al., 2001). Tais afirmações confirmam resultados de Basarab et al. (2003) que verificaram em novilhos eficientes pelo CAR peso do fígado + TGI 8% menor do que os animais com alto CAR (ineficientes), assim como Nascimento et al. (2016) que também observaram maior rendimento de fígado para novilhos Nelore classificados tanto pelo CAR quanto pelo CGR.

Houve aumento significativo ($P<0,05$) para os pesos relativos dos depósitos de gordura do omento, mesentério, omento/mesentério e gordura total para os animais ineficientes comparados aos eficientes e intermediários (Tabela 7).

Tabela 7. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para a porcentagem dos depósitos de gordura em relação ao peso corporal ao abate (%PCA) obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).

Depósitos de gordura (% do PCA)	Classes de CGR ¹ (n = 77) ²			Valor-P ³
	Baixo (Ineficientes)	Médio (Intermediários)	Alto (Eficientes)	
Cardíaca	0,21±0,04	0,23±0,04	0,23±0,04	0,615
Omental	2,30±0,17 ^a	1,85±0,15 ^b	1,89±0,17 ^b	0,011
Mesentérica	1,48±0,08 ^a	1,29±0,07 ^b	1,20±0,09 ^b	0,017
Omental/Mesentérica	3,77±0,24 ^a	3,13±0,22 ^b	3,08±0,25 ^b	0,005
Perirrenal	1,49±0,24	1,19±0,23	1,26±0,24	0,101
Inguinal	0,88±0,07	0,88±0,06	0,76±0,08	0,424
Depósitos de gordura Total	5,91±0,91 ^a	4,99±0,89 ^b	4,95±0,91 ^b	0,012

¹Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t ao nível de 5%. ²n = número de animais. ³Valor-P para o efeito de classe de CGR.

As divergências no ganho de peso e deposição de gordura visceral entre os animais eficientes e ineficientes podem estar associadas às diferenças na partição do uso de energia para síntese de tecido muscular e adiposo (PEREIRA et al., 2010), pois a deposição de tecido muscular é mais eficiente comparada ao adiposo, assim, para cada quilograma de ganho no peso do corpo vazio, há um requerimento de 1,2 Mcal de energia metabolizável para deposição de proteína e água, já para deposição de gordura e água é necessário 8,0 Mcal de energia metabolizável (NRC, 1985).

Além disso, a gordura interna é o componente que apresenta maior variação e seu aumento acarreta em maiores exigências de energia para manutenção em razão da grande atividade metabólica e demanda de energia no metabolismo intermediário para síntese do tecido adiposo (REDDEN et al., 2013), o que pode ter favorecido o maior ganho diário de peso nos animais com alto CGR comparados aos com baixo CGR. Esses resultados corroboram os evidenciados por Gomes et al. (2012) que avaliaram novilhos Nelore classificados pelo CAR e observaram diferenças na deposição de gordura do trato gastrointestinal 21,5% menor nos animais eficientes em relação aos ineficientes e, por Leme e Gomes (2007) que também constataram diferenças nos depósitos de gorduras viscerais em bovinos Nelore classificados pelo CAR, em que animais mais eficientes apresentaram menores depósitos de gordura renal, pélvica e inguinal.

A gordura interna não é aproveitada para consumo humano, assim sua deposição em excesso representa desperdício de energia alimentar que poderia estar direcionada para produção de outros componentes corporais comestíveis (CARVALHO; MEDEIROS, 2010; TOLDRÁ et al., 2012; MORENO et al., 2014). Portanto, a deposição de gordura das vísceras representa uma importante característica que deve ser avaliada e poderá fornecer subsídios para explicar possíveis causas da ineficiência energética dos animais de baixo CGR (TOLDRÁ et al., 2012; REDDEN et al., 2013; MORENO et al., 2014).

Com base nessas informações, verifica-se que os componentes não-carcaça devem ser considerados nos estudos de eficiência, pois alguns componentes como a pele/lã possuem valor comercial e possibilitam maior valorização do animal abatido, motiva melhores cuidados sanitários do rebanho (SANTOS et al., 2015), e ainda, incentiva o uso de muitas vísceras e órgãos na forma de pratos especiais para a população humana (POMPEU et al., 2013).

Conclusões

A maior eficiência de cordeiros mestiços Texel classificados pelo CGR garante maior taxa de crescimento sem comprometer o consumo de nutrientes, permite a produção de animais com medidas biométricas corporais adequadas à indústria frigorífica, além de contribuir para redução de alguns componentes não-carcaça indesejáveis, como os depósitos de gorduras viscerais e o aumento de outros desejáveis, como a pele/lã.

Recomenda-se nos estudos de eficiência alimentar medir os componentes não-carcaça para buscar evidências científicas que expliquem as variações associadas ao metabolismo visceral e entender as diferenças de resposta entre animais de alto (eficientes) e baixo CGR (ineficientes).

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, pelo suporte financeiro. À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Gado de Corte) pela colaboração na realização desse trabalho. À Empresa Macal Nutrição Animal pelo fornecimento do concentrado utilizado nesse experimento.

Referências

- AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. AOAC International, Arlington, VA.
- ARCHER, J. A.; RICHARDSON, E. C.; HERD, R. M.; ARTHUR, P. F. Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: a review. *Australian Journal of Agricultural Science*, v.50, n.2, p.147-161, 1999.
- ARTHUR, P. F.; ARCHER, J. A.; JOHNSTON, D. J. Genetic and phenotypic variance and covariance components for feed intake, feed efficiency, and other postweaning traits in Angus cattle. *Journal of Animal Science*, v.79, n.11, p.2805-2811, 2001.
- AWDA, B. J.; MILLER, S. P.; MONTANHOLI, Y. R.; VANDER VOORT, G.; CALDWELL, T.; BUHR, M. M.; SWANSON, K. C. The relationship between feed efficiency traits and fertility in young beef bulls. *Canadian Journal of Animal Science*, v.93, n.2, p.185-192, 2013.
- BASARAB, J. A.; PRICE, M. A.; AALHUS, J. L.; OKINE, E. K.; SNELLING, W. M.; LYLE, K. L. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, v.83, n.2, p.189-204, 2003.
- BERRY, D. P.; CROWLEY, J. J. Residual intake and gain: A new measure of efficiency in growing cattle. *Journal of Animal Sciences*, v.90, n.1, p.109-115, 2012.
- BRANCO, A. F.; MOURO, G. F.; HARMON, D. L.; CONEGLIAN, S. M.; MAIA, F. J.; PROHMANN, P. E.; PARIS, W. Fluxo portal de nutrientes em ovinos alimentados para manutenção com dietas contendo diferentes níveis de volumosos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.10, n.4, p.1010-1018, 2009.
- CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. *Revista Brasileira Zootecnia*, v.30, n.6, p.1837-1856, 2001.
- CARVALHO, S.; MEDEIROS, L. M. Características de carcaça e composição da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas com diferentes níveis de energia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.6, p.1295-1302, 2010.
- CHAVES, A. S. Tese (Doutorado). 132f. Universidade de São Paulo. *Relações entre eficiência alimentar e características de carcaça, qualidade de carne, batimentos cardíacos e consumo de oxigênio em bovinos*. 2013.
- FERNANDES, A. R. M.; ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; VARGAS JUNIOR, F. M.; OLIVEIRA, A. B. M. Desempenho e características qualitativas da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento alimentados com dietas contendo soja grão ou gordura protegida. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.8, p.1822-1829, 2011.
- FITZHUGH JUNIOR, H. A.; TAYLOR, C. S. Genetic analysis of degree of maturity. *Journal of Animal Science*, v.33, n.4, p.717-725, 1971.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAOSTAT. *Production live animals*. 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#compare>>. Acesso em: 18 jan 2018.

- FRASER, A.; STAMP, J.T. *Ganado ovino: producción y enfermedades*. Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 1989. 358p.
- GOMES, R. C.; SAINZ, R. D.; SILVA, S. L.; CÉSAR, M. C.; BONIN, M. N.; LEME, P. R. Feedlot performance, feed efficiency reranking, carcass traits, body composition, energy requirements, meat quality and calpain system activity in Nellore steers with low and high residual feed intake. *Livestock Science*, v.150, n.1-3, p.265-273, 2012.
- HALL, M. B. *Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen*. Gainesville: University of Florida A25-A32, 2000. 76p.
- HERD, R.M.; ARCHER, J.A.; ARTHUR, P.F. Reducing the cost of beef production through genetic improvement in residual feed intake: Opportunity and challenges to application. *Journal of Animal Science*, v.81, p.9-17, 2003.
- KEALEY, C. G.; MACNEIL, M. D.; TESS, M. W.; GEARY, T. W.; BELLOWS, R. A. Genetic parameter estimates for scrotal circumference and semen characteristics of Line 1 Hereford bulls. *Journal of Animal Science*, v.84, n.2, p.283-290, 2006.
- KLEIBER, M. Problems involved in breeding for efficiency of food utilization. *American Society Animal Production*, v.29, p.247-258, 1936.
- KOCH, R. M.; SWIGER, L. A.; CHAMBERS, D.; GREGORY, K. E. Efficiency of feed use in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.22, n2, p.486-494, 1963.
- KOZLOSKI, G.V. *Bioquímica dos ruminantes*. 3.ed. Santa Maria: UFSM, 2011, 216p.
- LEME, P. R.; GOMES, R. C. Características de carcaça de novilhos Nelore com diferente consumo alimentar residual. In: XX Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). Cuzco, Peru. *Anais... XX Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)*, 2007.
- LOUVANDINI, H.; McMANUS, C.; MARTINS, R.D.; LUCI, C.M.; CORRÊA, P.S. Características biométricas testiculares em carneiros Santa Inês submetidos a diferentes regimes de suplementação protéica e tratamentos anti-helmínticos. *Ciência Animal Brasileira*, v.9, n.3, p.638-647, 2008.
- MARTINS, A. S.; PRADO, I. N.; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; NASCIMENTO, W. G. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.1, p.269-277, 2000.
- McMANUS, C.; PAIM, T. P.; LOUVANDINI, H.; DALLAGO, B. S. L.; DIAS, L. T.; TEIXEIRA, R. A. Avaliação ultrasonográfica da qualidade de carcaça de ovinos Santa Inês. *Ciência Animal Brasileira*, v.14, n.1, p.8-16, 2013.
- MORENO, G. M. B.; BORBA, H.; ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; SOUZA, R. A.; SILVA SOBRINHO, A. G.; BUZANSKAS, M. E.; LIMA JÚNIOR, D. M.; ALVARENGA, T. I. R. C. Rendimentos de carcaça, cortes comerciais e não-componentes da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com feno de erva-sal e concentrado. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.15, n.1, p.192-205, 2014.
- NASCIMENTO, M. L. *Eficiência alimentar e suas associações com lucro, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos Nelore*. 2011. 118p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura (Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- NASCIMENTO, M. L.; SOUZA, A. R. D. L.; CHAVES, A. S.; CESAR, A. S. M.; TULIO, R. R.; MEDEIROS, S. R.; MOURÃO, G. B.; ROSA, A. N.; FEIJÓ, G. L. D.; ALENCAR, M. M.; LANNA, D. P.D. Efficiency indexes and their relationships with carcass, non-carcass and meat quality traits in Nellore steers. *Meat Science*, v. 116, n.3, p. 78-85, 2016.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient Requirements of Sheep*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids*. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 362p.

- OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; JARDIM, P. *Métodos para avaliação da produção de carne ovina: in vivo, na carcaça e na carne*. 1 ed. Editora Universitária, Pelotas, RS, 1998.
- OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M. *Produção de carne ovina: Técnicas de avaliação “in vivo” e na carcaça*. 2 ed. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas. Ed. Universitária, p.59-73, 2005.
- PAULA, E. F. E.; MONTEIRO, A. L. G.; PRADO, O. R.; COSMO, T. R.; TEIXEIRA JUNIOR, N. S.; KULIK, C. H.; TEIXEIRA, R. A. Medidas de desempenho e eficiência, características de carcaça mensuradas por ultrassonografia e o consumo alimentar residual de ovinos. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais*, v.10, n.2, p.129-135, 2012.
- PAULA, E. F. E.; SANTANA, M. H. A.; MONTEIRO, A. L. G.; KULIK, C. H.; KOWALSKI, L. H.; CRUZ, T. A. Consumo alimentar residual em ovinos. *Acta Tecnológica*, v.8, n.1, p.12-21, 2013.
- PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; FONTENELE, R. M.; MEDEIROS, A. N.; REGADAS FILHO, J. G. L.; VILLARROEL, A. B. S. Características e rendimentos de carcaça e de cortes em ovinos Santa Inês, alimentados com diferentes concentrações de energia metabolizável. *Ata Scientiarum Animal Sciences*, v.32, n.4, p.431-437, 2010.
- PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M. Medidas biométricas obtidas *in vivo* e na carcaça de ovelhas de descarte em diferentes estágios fisiológicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.2, p.440-445, 2010.
- PINHEIRO, R.S.B.; SILVA SOBRINHO, A.G.; MARQUES, C.A.T.; YAMAMOTO, S. M. Biometria *in vivo* e da carcaça de cordeiros confinados. *Archivos de Zootecnia*, v.56 n.216, p.955-958. 2007.
- POMPEU, R. C. F. F.; BESERRA, L. T.; CÂNDIDO, M. J. D.; BOMFIM, M. A. D.; VIEIRA, M. M. M.; ANDRADE, R. R. Características da carcaça e dos componentes não-carcaça de ovinos alimentados com dietas contendo casca de mamona. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.14, n.3, p.490-507, 2013.
- REDDEN, R. R.; SURBER, L. M. M.; GROVE, A. V.; KOTT, R. W. Growth efficiency of ewe lambs classified into residual feed intake groups and pen fed a restricted amount of feed. *Small Ruminant Research*, v.114, n.2-3, p.214-219, 2013.
- SANTOS, C. P.; FERREIRA, Â. C. D.; VALENÇA, R. L. V.; SILVA, B. C. D.; BOMFIM, L. E. L. M.; SILVA, M. C. Componentes do peso vivo e características da carne de cordeiros alimentados com silagem de bagaço de laranja. *Archives of Veterinary Science*, v.20, n.3, p.21-29, 2015.
- SANTOS, R. A.; VARGAS JUNIOR, F. M. de.; SENO, L. O.; ORRICO, A. C. A.; BOTTINI FILHO, F. D. E.; SENEGALHE, F. B. D.; CANSIAN, K.; LONGO, M. L. Biometria testicular de ovinos Pantaneiros alimentados com níveis crescentes de glicerina bruta na dieta. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.17, n.2, p.311-32, 2016.
- SILVA SOBRINHO, A. G.; OSÓRIO, J. C. S. *Aspectos quantitativos da produção de carne ovina*. In: Sobrinho, A.G.; Sañudo, C.; Osório, J.C.S.; Campo Arriba, M.M.; Osório, M.T.M. *Produção de carne ovina*. Jaboticabal: Funep, p. 97-119, 2008.
- SILVA, D. C.; SEAL, D. C. M.; SOUZA, F. J. C.; CARVALHO, A. B.; MARQUES, A. V. M. S. Consumo e digestibilidade de dietas contendo feno de jitrana para ovinos em terminação. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.12, n.1, p.150-155, 2017.
- SNIFFEN, C. J.; CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P.; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, D. S.; SILVA, H. P.; CARVALHO, J. M. P.; MELO, W. O.; MONTEIRO, B. M.; OLIVEIRA, D. R. Desenvolvimento corporal e relação entre biometria e peso de cordeiros lactantes da raça Santa Inês criados na Amazônia. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.66, n.6, p.1787-1794, 2014.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE – SAS Institute. *Statistical Analysis System*. SAS versão 9.2. Cary: SAS Inst. Inc., 2009.
- TOLDRÁ, F.; CONCEPCIÓN ARISTOY, M.; MORA, L.; REIG, M. Innovations in value-addition of edible meat by-products. *Meat Science*, v.92, n.2, p.290–296, 2012.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VÉRAS, A. S. C.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; PAULINO, M. F.; CECON, P. R.; FERREIRA, M. A.; VALADARES, R. F. D.; MORAES, E. H. B. K. Eficiência de Utilização da Energia Metabolizável para Manutenção e Ganho de Peso e Exigências de Energia Metabolizável e de Nutrientes Digestíveis Totais de Bovinos Nelore, Não-Castrados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.3, p.904-910, 2001.

Consumo e ganho residual na avaliação das características de carcaça em cordeiros mestiços Texel confinados

Residual intake and gain in the evaluation of carcass characteristics in Texel crossbred lambs confined

Resumo

Objetivou-se avaliar as características de carcaça e composição corporal de cordeiros de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR). Foram confinados individualmente 77 cordeiros mestiços Texel ($\frac{1}{4}$ Pantaneira + $\frac{3}{4}$ Texel), machos, não castrados em duas etapas: na primeira foram avaliados 47 cordeiros com peso médio inicial de $29,9 \pm 5,5$ kg e na segunda 30 cordeiros com peso médio inicial de $22,4 \pm 3,3$ kg. A dieta (15,2% de proteína bruta e 74,5% de nutrientes digestíveis totais) foi composta por silagem da parte aérea de milho e concentrado, com relação volumoso:concentrado de 40:60 em base de matéria seca. O consumo de matéria seca (CMS) e ganho médio diário (GMD) foram avaliados por 70 dias. Os animais foram classificados em três classes de CGR: alto (eficiente), médio (intermediário) ou baixo (ineficiente), com base no desvio padrão dessa variável. Após o abate, foram avaliados os pesos, rendimentos e medidas biométricas das carcaças, área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) no músculo *Longissimus thoracis*, pesos e rendimentos dos cortes cárneos e composição tecidual da carcaça estimada a partir da seção HH. Não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) entre as classes de CGR para as características do músculo *Longissimus thoracis* mensuradas na carcaça, cujas médias foram $17,8 \text{ cm}^2$ para AOL e 5,58 mm para EGS. As medidas biométricas da carcaça, pesos e rendimentos dos cortes cárneos e das carcaças também não foram influenciadas pelo CGR ($P>0,05$). O valor médio observado para rendimento de carcaça quente foi 49,4% e para rendimento de carcaça fria 48,1%. A classificação pelo CGR não alterou os componentes teciduais da carcaça estimados a partir da seção HH entre a 9ª e a 11ª costelas dos cordeiros, e as médias para proporção de músculo, osso e gordura foram respectivamente, 52,8%, 14,8% e 29,5% ($P>0,05$). O CGR pode ser utilizado como índice de eficiência alimentar sem prejudicar as características de carcaça e composição corporal de cordeiros mestiços Texel confinados.

Palavras-chave: AOL, eficiência alimentar, EGS, rendimento de carcaças, rendimento de cortes cárneos

Abstract

It was aimed to evaluate the characteristics of carcasses and body composition of lambs of different classes of residual intake and gain (RIG). There were individually confined 77 Texel crossbred lambs ($\frac{1}{4}$ Pantaneira + $\frac{3}{4}$ Texel), males, not castrated in two steps: in the first were evaluated 47 lambs with initial mean weight of 29.9 ± 5.5 kg and in the second 30 lambs with initial mean weight of 22.4 ± 3.3 kg. The diet (15.2% crude protein and 74.5% total digestible nutrients) was composed of aerial part of corn silage and concentrate, with forage:concentrate ratio of 40:60 on a dry matter basis. The dry matter intake (DMI) and average daily gain (ADG) were evaluated individually for 70 days. The animals were classified in to three classes of RIG: high (efficient), medium (intermediary) or low (inefficient), based on the standard deviation of this variable. After slaughter, the weights, yields and biometric measures of carcasses, rib eye area (REA) and backfat thickness (BF) of *Longissimus thoracis*, weights and yields of meat cuts and tissue composition estimated from the HH section were evaluated. There were no significant differences ($P>0.05$) between the RIG classes for the characteristics of the *Longissimus thoracis* muscle measured in carcass, whose averages were 17.8 cm^2 for (REA) and 5.58 mm for (BF). The biometric measurements of the carcass, weights and yields of meat cuts and carcasses were also not influenced by the RIG ($P>0.05$). The mean value observed for hot carcass yield was 49.4% and for cold carcass yield 48.1%. The classification by RIG did not altered the carcass tissue components estimated from HH section between the 9th and 11th rib of the lambs, and the means for proportion of muscle, bone and fat were respectively, 52.8%, 14.8% and 29.5% ($P>0.05$). The RIG can be used as feed efficiency index without impair the characteristics of carcasses and body composition from Texel crossbred lambs confined.

Key words: REA, feed efficiency, BF, yields of carcasses, yields of meat cuts

Introdução

O Brasil tem se destacado no mercado internacional de carne ovina, principalmente como importador. Em 2017 o total de carne ovina importada entre janeiro a setembro foi 5,5 mil toneladas, quantidade 5 % maior que o mesmo período do ano anterior (AGROSTAT/MAPA, 2017). Isso reforça a importância de fortalecer a cadeia produtiva da ovinocultura no país, buscando melhorias e inovações para o setor. Uma alternativa é a utilização de índices de eficiência alimentar que permitam identificar com segurança animais que utilizem mais eficientemente o alimento sem prejudicar as características do produto final carcaça/carne (ARTHUR; HERD, 2008).

Assim, Berry e Crowley (2012) propuseram um novo índice denominado consumo e ganho residual (CGR). Essa medida de eficiência tem como objetivo identificar animais com alta taxa de crescimento e que apresentem um consumo estável de alimento. O CGR é fenotipicamente independente do peso corporal dos animais, uma vez que é obtido a partir do consumo alimentar residual e ganho residual, sendo estes calculados em função do peso corporal médio metabólico ($PCM^{0,75}$). Portanto, a melhoria da eficiência para essas características não eleva o tamanho e o peso corporal adulto dos animais ((BERRY; CROWLEY, 2012).

As classes de eficiência são estabelecidas considerando 0,5 desvio padrão acima ou abaixo da média, como os limites entre as classes (BERRY; CROWLEY, 2012). Os animais classificados como alto CGR (eficientes) são aqueles que apresentam CGR 0,5 desvio padrão maior que a média, baixo CGR (ineficientes) aqueles com CGR 0,5 desvio padrão menor que a média e, animais com CGR entre -0,5 e 0,5 desvio padrão são considerados como médio CGR (intermediários) (LIMA et al., 2013).

No entanto, não é interessante que o animal seja eficiente se o rendimento ou a qualidade das carcaças forem inferiores, dessa forma torna-se imprescindível avaliar essas variáveis em conjunto. No estudo de carcaças, o rendimento é, geralmente, o primeiro índice a ser considerado e as carcaças podem ser comercializadas inteiras ou em forma de cortes cárneos em peças individualizadas, o que proporciona obtenção de preços diferenciados (SILVA SOBRINHO; SILVA, 2000). Diante desse contexto, objetivou-se avaliar as características de carcaças e composição tecidual (músculo, gordura e osso) estimada a partir da seção HH de cordeiros mestiços Texel de diferentes classes de CGR.

Material e Métodos

Cronograma experimental, animais e instalações

O experimento foi conduzido em duas etapas no Laboratório de Metabolismo Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEZ) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), localizada no município de Campo Grande – Mato Grosso do Sul, no período compreendido entre setembro e dezembro de 2015 (primeira etapa) e julho a outubro de 2016 (segunda etapa). Este experimento foi conduzido de acordo com as normas da Comissão de Ética no Uso de Animais, desta instituição, conforme parecer de aprovação número 632/2014 – CEUA/UFMS.

Na primeira etapa, foram utilizados 47 cordeiros mestiços Texel ($\frac{1}{4}$ Pantaneira + $\frac{3}{4}$ Texel), machos, não castrados, com peso médio inicial de $29,9 \pm 5,5$ kg e idade entre 3 a 5 meses. Na segunda

etapa foram utilizados 30 cordeiros mestiços Texel ($\frac{1}{4}$ Pantaneira + $\frac{3}{4}$ Texel), machos, não castrados, com peso médio inicial de $22,4 \pm 3,3$ kg e idade entre 2 a 4 meses.

Nas duas etapas, os animais foram identificados e distribuídos aleatoriamente em baias individuais de 2,5 m², com piso suspenso e ripado, providas de comedouros e bebedouros individuais. O período de adaptação à dieta, manejo e instalações foi de 25 dias, e o período experimental de 70 dias, totalizando 95 dias de confinamento. No período de adaptação foram realizadas vermifugações de forma estratégica com base em análises de contagem de ovos por grama de fezes (OPG) para controle de endoparasitos.

Dieta, manejo alimentar e coletas

A dieta experimental foi formulada de acordo com as recomendações do NRC (2007), considerando os valores médios das exigências nutricionais de animais precoces e tardios com teores de 15% de proteína bruta e 75% de nutrientes digestíveis totais para ganho médio diário de 200 g. A silagem da parte aérea de milho foi utilizada como volumoso e o concentrado foi composto por milho grão moído, farelo de soja, mistura mineral, ureia e complementos. A relação volumoso:concentrado foi de 40:60 (Tabela 1).

Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.

Ingredientes (% MS)	Etapla 1 - 2015	Etapla 2 - 2016
Silagem de milho	40,00	40,00
Milho grão moído	38,94	38,94
Farelo de soja	16,80	16,80
Mistura mineral ¹	0,90	0,90
Ureia	0,30	0,30
Complementos ²	3,06	3,06
Composição química		
Matéria seca (% MN)	55,30	52,32
Proteína bruta (% MS)	15,40	14,97
Matéria mineral (% MS)	5,27	5,45
Extrato etéreo (% MS)	3,08	2,81
FDNp (% MS) ³	24,65	30,43
FDAp (% MS) ⁴	12,04	15,40
Carboidratos não fibrosos (% MS) ⁵	52,74	47,19
Nutrientes digestíveis totais (% MS) ⁶	76,34	72,72

¹Níveis de garantia (nutrientes kg⁻¹ do produto): Cálcio (4,07 g); Fósforo (1,35 g); Cobre (3,75 mg); Cobalto (0,30 mg); Manganês (8,66 mg); Zinco 27,35 mg; Iodo (0,44 mg); Selênio (0,16 mg); Enxofre (1,27 g); Sódio (2,42 g); Vitamina A (20.000,00 UI); Vitamina D (2.000,00 UI); Vitamina E (60,40 UI); Levedura cana de açúcar (20,45 g); Proteína bruta (199,71 g); NNP (14,10 g); NDT (798,48 g). ²Aroma de leite, melaço, levedura, vitaminas, enxofre, bicarbonato de sódio e carbonato de cálcio. ³FDN = fibra em detergente neutro corrigido para proteína; ⁴FDA = fibra em detergente ácido corrigido para proteína. ⁵CNF volumoso = $100 - (PB + MM + FDNp + EE)$ (SNIFFEN et al., 1992) e CNF concentrado = $100 - [(PB - PB \text{ derivada da ureia} + \text{inclusão de ureia}) + MM + FDNp + EE]$ (HALL, 2000). ⁶NDT = $91,0246 - (0,571588 \times FDN)$ (CAPPELLE et al., 2001).

A dieta foi fornecida na forma de ração total (silagem + concentrado), *ad libitum* em duas refeições diárias, às 07h30 e 14h30. A quantidade de alimento foi ajustada diariamente em função das sobras, que foram mantidas em torno de 10% da dieta total. A água foi fornecida à vontade.

Foram coletadas amostras de silagem, concentrado e sobras de cada animal em intervalos de 14 dias, congeladas em freezer a -20 °C para análises no Laboratório de Nutrição Animal (FAMEZ/UFMS). Após o término do ensaio, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas, e moídos em moinho tipo Willey (com peneira de crivo de 1 mm) para determinação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE), segundo as metodologias da Association of Official Analytical Chemistry (1995).

As análises de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram feitas de acordo com a metodologia de Van Soest (1991). Os teores de FDN e FDA foram corrigidos para proteína (FDNp e FDAp). Os carboidratos não fibrosos (CNF) do volumoso foram estimados conforme Sniffen et al. (1992): $CNF = 100 - (PB + MM + FDNp + EE)$ e do concentrado segundo equação de Hall (2000): $CNF = 100 - [(PB - PB \text{ derivada da ureia} + \text{inclusão de ureia}) + MM + FDNp + EE]$. O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado a partir da equação proposta por Cappelle et al. (2001): $91,0246 - (0,571588 \times FDN)$.

Pesos e rendimentos das carcaças

Os abates foram realizados após 70 dias de experimento no Frigorífico Flor da Serra, em Campo Grande – MS, com jejum de sólido por 16 horas, registrando-se o peso corporal ao abate (PCA). As carcaças foram pesadas para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ) e cálculo do rendimento da carcaça quente: $RCQ = PCQ / PCA \times 100$. Na primeira etapa, as carcaças foram transferidas para câmara de refrigeração forçada a 2 °C na Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande – MS, e na segunda etapa no Frigorífico Flor da Serra. Após 24 horas de resfriamento, as carcaças foram pesadas novamente para obtenção do peso de carcaça fria (PCF) e de seu rendimento: $RCF = PCF / PCA \times 100$, na oportunidade também foi feito o cálculo da perda de peso por resfriamento: $PPR = (PCQ - PCF / PCQ) \times 100$.

Medidas biométricas na carcaça

As carcaças resfriadas foram seccionadas com serra fita ao longo da linha média e a meia-carcaça esquerda foi utilizada para avaliação das medidas biométricas: comprimento externo da carcaça (CEC); comprimento interno da carcaça (CIC); comprimento da perna (CP); profundidade mínima (PT mínima) e máxima do tórax (PT máxima); e espessura de perna (EP). Foi calculado também o índice de compacidade da carcaça $(ICC) = PCF/CIC$.

A AOL foi obtida pela exposição do músculo *Longissimus thoracis* após um corte transversal na carcaça, entre a 12ª e a 13ª vértebras torácicas, que foi desenhada em papel vegetal, escaneada e recortada para obtenção da área com o auxílio de um equipamento de medição de área foliar (marca Li-Cor, modelo 3100). A EGS foi obtida no mesmo músculo em que foi determinada a AOL, mensurada no terço final do músculo com auxílio de um paquímetro (OSÓRIO et al., 2005).

Pesos e rendimentos dos cortes cárneos

Foi realizada a divisão da meia-carcaça esquerda em oito regiões anatômicas (paleta, pernil, costela, lombo, fraldinha, carré, pescoço e seção HH) e pesadas separadamente para determinação dos pesos (kg) e porcentagens (%) dos cortes em relação ao peso da meia carcaça esquerda resfriada. Os cortes costela, lombo, fraldinha, carré e seção HH foram agrupados e considerados como um único corte cárneo denominado costilhar.

Composição tecidual das carcaças

Para a determinação da composição tecidual foi retirada uma amostra entre a 9^a e a 11^a costela (seção HH) de cada animal, identificada, embalada em saco plástico e armazenada em freezer a -20 °C para análises. As seções HH foram descongeladas em geladeira a 4 °C, pesadas e dissecadas com auxílio de bisturi e pinça cirúrgica para separação dos músculos, gorduras e ossos. Os componentes teciduais foram pesados individualmente. A porcentagem de cada tecido foi calculada pela relação entre os pesos de cada componente e o peso total da seção HH descongelada ((g de tecido/g seção HH) x 100) (HANKINS; HOWE, 1946). Também foram obtidas as relações músculo:osso e músculo:gordura.

Para estimativa das proporções de músculo (MC%) [Eq.1], gordura (GC%) [Eq.2] e osso (OC%) [Eq.3] na carcaça dos cordeiros, foram utilizadas equações propostas por Moraes et al. (2016), como segue a baixo:

$$MC\% = 0,406 - 5,85 \times 10^{-3} \times AOL_{cm^2} + 4,34 \times 10^{-3} \times Msec\% \quad (r^2 = 88,6) \quad [Eq.1]$$

$$GC\% = 0,097 + 0,010 \times EGS_{mm} + 4,39 \times 10^{-3} \times Gsec\% \quad (r^2 = 89,4) \quad [Eq.2]$$

$$OC\% = 0,059 + 5,81 \times 10^{-3} \times Osec\% \quad (r^2 = 78,3) \quad [Eq.3]$$

Em que: Msec% = músculo na seção HH; Gsec% = gordura na seção HH; Osec% = osso na seção HH.

Análises estatísticas dos dados

Para obtenção do consumo e ganho residual (CGR), foi utilizada a equação proposta por Berry e Crowley (2012): $CGR \text{ (kg dia}^{-1}\text{)} = (-1 \times CAR) + GR$. O CAR e GR foram determinados pelas equações propostas por Koch et al. (1963): $CAR = CMS_{obs} - CMS_{pred}$ e $GR = GMD_{obs} - GMD_{pred}$.

O consumo de matéria seca observado (CMS_{obs}, kg dia⁻¹) foi obtido pela diferença entre a quantidade de MS oferecida e a quantidade de MS das sobras de cada indivíduo. O ganho médio diário observado (GMD_{obs}, kg dia⁻¹) foi calculado por regressão linear entre o tempo de confinamento e peso corporal individual obtido a cada 14 dias, sendo o GMD considerado como a inclinação da reta obtida para cada animal. O CMS_{pred} foi calculado pela regressão do CMS_{obs} em função do PCM^{0,75} e do GMD_{obs} dos animais, por meio do procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (SAS University). O GMD_{pred} também foi determinado pelo procedimento MIXED do pacote estatístico do SAS (SAS University) pela regressão múltipla do GMD_{obs} em função do PCM^{0,75} e do CMS_{obs}. O CAR e GR foram previamente padronizados para variância 1.

Foi feito o cálculo do CGR de cada indivíduo para cada etapa separadamente e estabelecidas três classes de CGR com base no desvio padrão dessa variável: os animais cujo CGR foi 0,5 desvio

padrão maior que a média foram classificados como alto CGR (eficientes); os animais com 0,5 desvio padrão menor que a média foram classificados como baixo CGR (ineficientes) e os animais com valores entre alto e baixo CGR foram classificados como médio CGR (intermediários).

Os dados das duas etapas foram agrupados e analisados em delineamento inteiramente casualizado, considerando o efeito fixo das classes de CGR e o efeito aleatório dos ensaios, onde cada animal representou uma unidade experimental, também foram analisados quanto à presença de outliers. Foram utilizados os procedimentos (PROC) MIXED do SAS University (SAS Institute Inc. Cary, CA) para um nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre as classes de CGR para as variáveis peso corporal ao abate (PCA, 46,6 kg), peso de carcaça quente (PCQ, 23,1 kg) e fria (PCF, 22,5 kg), rendimento de carcaça quente (RCQ, 49,4%) e fria (RCF, 48,1%) e perda de peso por resfriamento (PR, 0,49 kg e 2,57%) (Tabela 2).

Tabela 2. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para peso corporal ao abate e características de carcaças obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).

Variáveis	Classes de CGR ¹ (n = 77) ²			Valor-P ³
	Baixo (Ineficientes)	Médio (Intermediários)	Alto (Eficientes)	
Peso corporal ao abate, kg	45,7±2,91	46,1±2,81	48,0±2,93	0,392
Peso de carcaça quente, kg	22,5±1,24	23,0±1,17	23,7±1,26	0,524
Peso de carcaça fria, kg	22,0±1,41	22,3±1,34	23,1±1,42	0,511
Rendimento de carcaça quente, %	49,2±0,68	49,8±0,60	49,3±0,69	0,600
Rendimento de carcaça fria, %	48,0±0,49	48,4±0,39	48,0±0,52	0,719
Perda de peso por resfriamento, kg	0,47±0,29	0,51±0,29	0,48±0,29	0,808
Perda de peso por resfriamento, %	2,45±0,94	2,73±0,93	2,53±0,95	0,558

¹Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t ao nível de 5%. ²n = número de animais. ³Valor-P para o efeito de classe de CGR.

Estes resultados eram esperados, uma vez que os animais foram abatidos com PC similares ($P>0,05$), pois os pesos e o tamanho corporal dos animais ao abate são variáveis positivamente correlacionadas com as características de carcaça (SANTOS et al., 2016). Assim como observado para o PCQ, a ausência de efeito entre as classes de CGR para RCQ é uma consequência da similaridade no PCA entre os animais (CYRILLO et al., 2012). Esses resultados corroboram os obtidos por Nascimento et al. (2016) quando avaliaram o PCQ e RCQ de 575 novilhos Nelore e não encontraram diferenças significativas entre as classes de CGR. Grobe (2014) também não observou diferenças para PCA, PCQ e RCQ entre cordeiros da raça Dorper divergentes para CAR, assim como Reis et al. (2015) que também não encontraram diferenças significativas para o PCA e PCQ de novilhas classificadas pelo CAR.

Em estudo com 288 novilhos Nelore classificados pelo CAR Nascimento (2011) relatou que ao observar a relação entre o CMSobs e o CMSpred dos animais dentro da classe eficiente (baixo CAR),

houve grande variação desses dados. Dessa forma, nos casos em que o indivíduo apresentar menor consumo possivelmente haverá menor ganho de peso e isto pode resultar em baixos rendimentos de carcaça dos animais dentro da mesma classe. Já para animais classificados pelo CGR provavelmente não haveria esse problema, pois é um índice que leva em consideração não apenas a vantagem do CAR (menor consumo de matéria seca), mas também a do ganho residual (GR) (maior ganho de peso).

O valor médio de RCQ (49,4%) observado no presente estudo para cordeiros machos não castrados $\frac{3}{4}$ Texel + $\frac{1}{4}$ Pantaneiro foi superior ao obtido por Carvalho et al. (2007) em cordeiros machos castrados da raça Texel (44,5%) e, por Carvalho e Medeiros (2010) em cordeiros machos não castrados $\frac{1}{2}$ Texel + $\frac{1}{2}$ sem raça definida (47,4%). Lima et al. (2013) também observaram valores de RCQ (48,7%) e RCF (47,2%) inferiores aos observados neste trabalho quando avaliaram as características de carcaças de cordeiros Texel machos. Assim, os valores de RCQ (49,4%) e RCF (48,1%) verificados nesse experimento podem ser considerados bons e ficaram dentro da expectativa considerada ideal (40 a 50%) para raças especializadas na produção de carne, como a Texel (SILVA SOBRINHO, 2006).

Quanto à perda de peso por resfriamento (PPR) não foi influenciada pelas classes de CGR e apresentou um bom resultado (2,57%), compatível aos 2,50% observado por Martins et al. (2000), os quais citam que em ovinos, de forma geral, pode ocorrer oscilação entre 1 e 7%, sendo essa característica afetada pela uniformidade da cobertura de gordura na carcaça, sexo, PCA, temperatura e umidade relativa da câmara fria.

Os animais classificados de acordo com o CGR não apresentaram diferenças em relação às medidas biométricas realizadas nas carcaças ($P > 0,05$; Tabela 3). Esses resultados podem estar associados à ausência de efeito no PCA entre as classes, já que as medidas biométricas são relacionadas ao PCA (PINHEIRO; JORGE, 2010; CYRILLO et al., 2012). Nascimento et al. (2016) também não observaram diferenças para profundidade e comprimento interno da carcaça de novilhos Nelore classificados pelo CGR, assim como Basarab et al. (2003) que avaliaram as carcaças de bovinos de diferentes classes de CAR e também não observaram diferenças para as medidas de comprimento interno e externo de carcaça, profundidade de tórax, comprimento e espessura de perna.

A importância de algumas medidas como comprimento interno e externo da carcaça, comprimento e espessura de perna e profundidade de tórax reside no fato de serem associadas com rendimentos das carcaças e dos cortes cárneos (CYRILLO et al., 2012) e também são informações fundamentais para avaliação da conformação da carcaça produzida em sistemas de classificação de carcaças ovinas (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA, 1992; UNIÃO EUROPEIA, 2008). Ricardo et al. (2016) avaliaram a morfometria das carcaças de 252 ovinos, machos, não castrados e abatidos comercialmente no Brasil com menos de 12 meses e utilizaram o modelo europeu de classificação de carcaças. Os autores consideraram os cordeiros com conformação muito boa àqueles que apresentaram o PCA de 44,2 kg, profundidade máxima de tórax de 25,7 cm e comprimento de perna de 39,0 cm. Esses valores são próximos aos observados neste estudo para PCA (46,6 kg), profundidade máxima de tórax (22,4 cm) e comprimento de perna (34,7 cm).

Tabela 3. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para medidas biométricas da carcaça obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).

Variáveis	Classes de CGR ¹ (n = 77) ²			Valor-P ³
	Baixo (Ineficientes)	Médio (Intermediários)	Alto (Eficientes)	
Comprimento interno da carcaça, cm	63,2±1,40	65,0±1,33	65,5±1,42	0,058
Comprimento externo da carcaça, cm	82,3±2,67	83,3±2,62	83,1±2,68	0,614
Comprimento de perna, cm	34,5±2,25	34,9±2,23	34,7±2,25	0,838
Espessura de perna, cm	11,2±0,34	10,7±0,28	10,7±0,35	0,408
Profundidade máxima de tórax, cm	22,5±3,66	22,2±3,66	22,6±3,66	0,491
Profundidade mínima de tórax, cm	20,5±1,56	20,6±1,55	20,4±1,56	0,890
Índice de compactidade da carcaça, kg cm ⁻¹	0,35±0,02	0,34±0,01	0,35±0,02	0,675
Área de olho de lombo, cm ²	17,7±1,06	17,4±0,99	18,2±1,07	0,586
Espessura de gordura subcutânea, mm	5,56±0,94	5,69±0,92	5,50±0,95	0,902

¹Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t ao nível de 5%. ²n = número de animais. ³Valor-P para o efeito de classe de CGR.

Alguns índices podem ser utilizados para auxiliar na avaliação da qualidade do produto final que será comercializado (SOUZA et al., 2014), como o índice de compactidade da carcaça (ICC), que foi superior (0,35 kg cm⁻¹) ao observado por Wommer et al. (2014) de 0,23 kg cm⁻¹ ao avaliarem cordeiros não castrados Texel × Ile de France, indicando que as carcaças dos animais desse experimento apresentaram melhor conformação das carcaças quanto ao acúmulo de músculos, já que este índice estima objetivamente a quantidade de tecido depositado por unidade de comprimento (SOUZA et al., 2014).

O CGR não influenciou a área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) medidas no músculo *Longissimus thoracis* na carcaça (P>0,05). De acordo com a classificação de Silva Sobrinho e Osório (2008), a EGS (5,58 mm) obtida no presente trabalho pode ser considerada boa para um bom acabamento (5 até 10 mm de espessura), o que pode ter beneficiado os valores de PPR (2,57%; Tabela 2), pois carcaças com maior deposição de gordura tendem a apresentar menores PPR devido à proteção proporcionada pela gordura contra a perda de água durante o processo de resfriamento em câmara fria (SILVA et al., 2014).

Gomes et al. (2012) e Reis et al. (2015) também não observaram diferenças significativas para AOL e EGS nas carcaças de novilhos classificados pelo CAR. Nascimento et al. (2016) quando avaliaram as características do músculo *Longissimus thoracis* na carcaça de novilhos classificados pelo CAR e CGR também não observaram diferenças na EGS. No entanto, esses autores constataram maior AOL em animais eficientes para ambos os índices, sugerindo maior deposição muscular nesses animais.

Por outro lado, Leme e Gomes (2007) relataram em bovinos Nelore de baixo CAR maior AOL e menor EGS e concluíram que animais eficientes quanto ao CAR apresentam um ganho maior em proteína e menor em gordura. Knott et al. (2003) também encontraram menor espessura de gordura em bovinos de baixo CAR. Apesar dos resultados contraditórios em relação ao CAR, alguns trabalhos sugerem que o uso desse índice de eficiência pode levar a produção de animais com problemas de acabamento (KNOTT et al., 2003; LEME; GOMES, 2007; NASCIMENTO, 2011) e como a gordura está diretamente relacionada

ao aspecto qualitativo da carcaça (YAMAMOTO et al., 2013) pode influenciar negativamente a valorização e a comercialização da mesma (LEME; GOMES, 2007).

Além disso, pode ser que animais com menor deposição de gordura subcutânea atinjam acabamento de gordura mínimo necessário mais tardiamente, levando a permanência dos animais no confinamento por mais tempo e consequentemente acarretaria em aumento nos custos de produção. Dessa forma, analisando os efeitos do índice CGR na EGS na carcaça, o problema de gordura de acabamento insuficiente no abate pode ser eliminado, pois este índice identifica animais com taxas de crescimento mais altas e com acabamento adequado.

Os pesos e rendimentos da paleta (2,01 kg e 18,2%), pescoço (0,84 kg e 7,49%), costilhar (4,91 kg e 44,0%) e pernil (3,36 kg e 30,3%) não diferiram entre as classes de CGR ($P>0,05$; Tabela 4).

Tabela 4. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para as características de pesos (kg) e rendimento (%) dos cortes cárneos da meia carcaça fria obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).

Variáveis	Classes de CGR ¹ (n = 77) ²			Valor-P ³
	Baixo (Ineficientes)	Médio (Intermediários)	Alto (Eficientes)	
Peso dos cortes cárneos, kg				
Paleta	1,91±0,16	2,00±0,16	2,12±0,16	0,078
Pescoço	0,88±0,09	0,79±0,09	0,84±0,09	0,419
Costilhar	4,89±0,32	4,84±0,30	5,00±0,33	0,782
Pernil	3,31±0,24	3,35±0,23	3,42±0,24	0,772
Rendimentos dos cortes cárneos, %				
Paleta	17,6±0,41	18,3±0,33	18,8±0,43	0,119
Pescoço	7,95±0,42	7,14±0,36	7,38±0,44	0,219
Costilhar	44,3±0,53	44,0±0,46	43,8±0,54	0,745
Pernil	30,2±0,43	30,6±0,34	30,0±0,46	0,569

¹Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t ao nível de 5%. ²n = número de animais. ³Valor-P para o efeito de classe de CGR.

Tais resultados podem ser devido aos pesos de abate (Tabela 2) e medidas biométricas (Tabela 3) terem sido semelhantes entre as classes de eficiência. Estudos evidenciam a existência de correlações de moderada a alta entre medidas biométricas e características de carcaça, indicando associação entre peso corporal e rendimentos de carcaça e cortes cárneos em ovinos (PINHEIRO; JORGE, 2010; SOUZA et al., 2014). Segundo Fernandes et al. (2011), quando os animais apresentam conformação corporal e grau racial equivalentes, haverá semelhança no peso e rendimento de carcaça e na composição tecidual de músculo e gordura, assim, provavelmente a composição dos cortes cárneos das carcaças também serão similares, confirmando os dados observados neste estudo.

A divisão da carcaça em cortes permite o aproveitamento racional, evita desperdícios e proporciona preços diferenciados entre diversas partes da carcaça, devido à preferência individual dos consumidores (SILVA SOBRINHO; SILVA, 2000), constituindo-se uma importante característica a ser avaliada. Os pesos do pernil (3,36 kg) e paleta (2,01 kg) no presente estudo ficaram próximos aos valores

observados por Furusho-Garcia et al. (2003) que avaliaram cortes cárneos de cordeiros mestiços Texel em confinamento e obtiveram pesos de pernil e paleta de 3,39 e 1,95 kg, respectivamente.

Ribeiro et al. (2010) avaliaram os cortes cárneos de cordeiros Texel x Ille de France e constataram rendimentos para paleta, pescoço, costilhar e pernil de 19,6%, 7,45%, 36,2% e 36,7%, respectivamente, sendo que os valores de paleta e pescoço foram próximos aos observados neste estudo. Lima et al. (2013) estudaram cordeiros Texel com peso ao abate de 40,6 kg e observaram rendimentos de paleta, pescoço, costilhar e pernil de 19,3%; 5,72%; 41,4% e 32,6%, respectivamente, valores próximos aos observados nesse estudo.

As diferentes classes de CGR não influenciaram as proporções dos componentes teciduais (músculo, gordura, osso, relação músculo:gordura e músculo:osso) da carcaça estimados a partir da seção HH (entre a 9^a e a 11^a costelas) (Tabela 5; P>0,05).

Tabela 5. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão da composição tecidual da carcaça e suas relações obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).

Composição tecidual da carcaça	Classes de CGR ¹ (n = 77) ²			Valor-P ³
	Baixo (Ineficientes)	Médio (Intermediários)	Alto (Eficientes)	
Músculo na carcaça, %	52,7±0,52	53,2±0,42	52,5±0,55	0,565
Gordura na carcaça, %	30,0±1,38	29,4±1,30	29,1±1,39	0,676
Ossos na carcaça, %	14,2±0,47	14,8±0,38	15,3±0,50	0,281
Músculo:gordura	1,80±0,08	1,84±0,07	1,84±0,08	0,889
Músculo:osso	3,77±0,10	3,64±0,08	3,54±0,11	0,325

¹Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t ao nível de 5%. ²n = número de animais. ³Valor-P para o efeito de classe de CGR.

Neste estudo, optou-se por determinar a composição tecidual da seção HH, adotando-se a metodologia descrita por Hankins e Howe (1946) para bovinos. Os componentes teciduais obtidos na dissecação da seção HH (músculo, gordura e osso) foram utilizados para estimativa das proporções de tecidos nas carcaças pelas equações propostas por Moraes et al. (2016), tendo em vista que a dissecação de toda a carcaça ou da sua metade seria onerosa, trabalhosa e lenta.

As médias observadas para a proporção de músculo (52,8%) e osso (14,8%) na carcaça foram inferiores aos resultados verificados por Rosa et al. (2002), que encontraram nas carcaças de cordeiros machos não castrados da raça Texel valores de 61,9% e 19,4% para o tecido muscular e ósseo, respectivamente. Já a proporção de gordura (29,5%) estimada no presente estudo foi superior ao valor encontrado por esse autor (18,1%). Os valores médios para a relação músculo:gordura foi 1,82 e músculo:osso de 3,62.

Essas divergências observadas nas proporções de tecidos nas carcaças de ovinos na literatura, principalmente na percentagem de músculo e gordura, provavelmente estão associadas a diferenças no peso corporal e idade ao abate entre os animais nos diferentes experimentos. Com o aumento dessas variáveis, a relação músculo:gordura diminui, em razão da maturidade fisiológica de cada tecido ter maior impulso de desenvolvimento em diferentes fases da vida do animal (LEMES et al., 2014).

Assim, quanto maior for o PCA e mais próximos da maturidade os animais forem abatidos, maior a proporção de gordura depositada (OWENS et al., 1993), o que explica a maior proporção de gordura estimada na carcaça dos cordeiros desse experimento, pois o peso à maturidade considerado para ovinos Texel é 37,0 kg (MALHADO et al., 2008) e os cordeiros foram abatidos com 46,6 kg. Já em estudo de Rosa et al. (2002) os cordeiros foram abatidos com pesos entre 25 a 33 kg, o que resultou na maior proporção de músculo.

Uma das limitações observadas em alguns índices de eficiência é que animais eficientes geralmente possuem composição corporal diferente dos ineficientes, ou seja, existe um decréscimo na deposição de gordura corporal dos mais eficientes, consequentemente esses animais teriam menores reservas corporais (LEME; GOMES, 2007). Essa premissa confirma os dados obtidos por Basarab et al. (2003) que observaram menor deposição de gordura corporal total em animais eficientes pelo CAR. Contudo em estudo realizado por Reis et al. (2015) quando avaliaram a composição tecidual da carcaça estimada a partir da seção HH de novilhos classificados pelo CAR, não encontraram diferenças significativas entre as classes de eficiência.

De modo geral, as carcaças produzidas mostraram boa musculosidade e acabamento de gordura adequado ao mercado, assim podem ser consideradas de conformação superior. Além da raça Texel e seus cruzamentos se destacarem devido a maior aptidão para produção de carne magra com melhor relação músculo:osso (MENDONÇA et al., 2008), a dieta utilizada neste experimento permitiu que os animais expressassem potencial máximo de crescimento e desenvolvimento, independente da classe de CGR.

Conclusões

A classificação de cordeiros mestiços Texel pelo CGR garante a produção de carcaças mais rentáveis sem prejudicar as características de carcaças e a composição corporal. Portanto, o CGR pode ser utilizado como uma ferramenta pelos produtores de ovinos a fim de produzir animais mais eficientes e com produto final de qualidade ao mercado consumidor.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, pelo suporte financeiro. À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Gado de Corte) pela colaboração na realização desse trabalho. À Empresa Macal Nutrição Animal pelo fornecimento do concentrado utilizado nesse experimento.

Referências

AGROSTAT - Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. 2017. Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>>. Acesso em: 20 dez 2017.

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. AOAC International, Arlington, VA.

- ARTHUR, P. F.; HERD, R. M. Residual feed intake in beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, suplemento especial, p.269-279, 2008.
- BASARAB, J. A.; PRICE, M. A.; AALHUS, J. L.; OKINE, E. K.; SNELLING, W. M.; LYLE, K. L. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, v.83, n.2, p.189-204, 2003.
- BERRY, D. P.; CROWLEY, J. J. Residual intake and gain: A new measure of efficiency in growing cattle. *Journal of Animal Sciences*, v.90, n.1, p.109-115, 2012.
- CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.6, p.1837-1856, 2001.
- CARVALHO, S.; BROCHIER, M. A.; PIVATO, J.; TEIXEIRA, R. C.; KIELING, R. Ganho de peso, características da carcaça e componentes não-carcaça de cordeiros da raça Texel terminados em diferentes sistemas alimentares. *Ciência Rural*, v.37, n.3, p.821-827, 2007.
- CARVALHO, S.; MEDEIROS, L. M. Características de carcaça e composição da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas com diferentes níveis de energia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.6, p.1295-1302, 2010.
- CYRILLO, J. N. S. G.; NARDON, R. F.; MERCADANTE, M. E. Z.; BONILHA, S. F. M.; ARNANDES, R. H. B. Relações entre medidas biométricas, características de carcaça e cortes cárneos comerciais em bovinos Zebu e Caracu. *Boletim da Indústria Animal*, v.69, n.1, p.71-77, 2012.
- FERNANDES, A. R. M.; ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; VARGAS JUNIOR, F. M.; OLIVEIRA, A. B. M. Desempenho e características qualitativas da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento alimentados com dietas contendo soja grão ou gordura protegida. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.8, p.1822-1829, 2011.
- FURUSHO-GARCIA, I.F.; PEREZ, J.R.O.; TEIXEIRA, J.C. Componentes de carcaça e composição de alguns cortes de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês puros, terminados em confinamento, com casca de café como parte da dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.6, p.1999-2006, 2003.
- GOMES, R. C.; SAINZ, R. D.; SILVA, S. L.; CÉSAR, M. C.; BONIN, M. N.; LEME, P. R. Feedlot performance, feed efficiency reranking, carcass traits, body composition, energy requirements, meat quality and calpain system activity in Nellore steers with low and high residual feed intake. *Livestock Science*, v.150, n.1-3, p.265-273, 2012.
- GROBE, M. D. *Características de carcaça e componentes não-carcaça de cordeiros em função do consumo alimentar residual*. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- HALL, M. B. *Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen*. Gainesville: University of Florida A25-A32, 2000. 76p.
- HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. *Estimation of the composition of beef carcasses and cuts*. Washington: United States Department of Agriculture, 1946. p.1-19 (Technical Bulletin – USDA, 926).
- KNOTT, S. A.; LEURY, B. J.; CUMMINS, L. J.; BRIEN, F. D.; DUNSHEA, F. R. Relationship between body composition, net feed intake and gross feed conversion efficiency in composite sire line sheep. In: *EAAP Publication*, n.109, p.525-528, 2003.
- KOCH, R. M.; SWIGER, L. A.; CHAMBERS, D.; GREGORY, K. E. Efficiency of feed use in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.22, n.2, p.486-494, 1963.
- LEME, P. R.; GOMES, R. C. Características de carcaça de novilhos Nelore com diferente consumo alimentar residual. In: XX Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). Cuzco, Peru. *Anais... XX Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)*, 2007.
- LEMES, J. S.; OSÓRIO, M. T. M.; OSÓRIO, J. C. S.; GONZAGA, S. S.; MARTINS, L. S.; ESTEVES, R. M. G.; LEHMEN, R. I. Características da carcaça e da carne de cordeiros Corriedale manejados em duas alturas de milheto. *Archivos de Zootecnia*, v.63, n.241, p.161-170, 2014.

- LIMA, L. D.; RÊGO, F. C. A. R.; KOETZ JUNIOR, C.; RIBEIRO, E. L. A.; CONSTANTINO, C.; BELAN, L.; GASPARINE, M. J.; SANCHEZ, A. F.; ZUNDT, M. Interferência da dieta de alto grão sobre as características da carcaça e carne de cordeiros Texel. *Semina: Ciências Agrárias*, v.34, n.6, suplemento 2, p.4053-4064, 2013.
- MALHADO, C. H. M.; CARNEIRO, P. L. S.; SANTOS, P. F.; AZEVEDO, D. M. M.; SOUZA, J. C.; AFFONSO, R. M. Curva de crescimento em ovinos mestiços Santa Inês x Texel criados no Sudoeste do Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 9, n. 2, p. 210-218, 2008.
- MARTINS, R. C.; OLIVEIRA, N.; OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M. Peso vivo ao abate como indicador do peso e das características quantitativas e qualitativas das carcaças em ovinos jovens da raça Ideal. *Bagé: Embrapa Pecuária Sul*, 2000. 32p. (Boletim de Pesquisa, 21).
- MENDONÇA, G.; OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; SILVEIRA, I. D. B.; GONÇALVES, M.; ROCHA, A. Época de nascimento sobre a composição regional e tecidual da carcaça de cordeiros da raça Texel. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.6, p.1072-1078, 2008.
- MORAIS, M. G.; MENEZES, B. B.; RIBEIRO, C. B.; WALKER, C. C.; FERNANDES, H. J.; SOUZA, A. R. D. L.; ÍTAVO, C. C. B. F.; FEIJÓ, G. L. D. Models predict the proportion of bone, muscle, and fat in ewe lamb carcasses from in vivo measurements of the 9th to 11th rib section and of the 12th rib. *Semina: Ciências Agrárias*, v.37, n.2, p.1081-1090, 2016.
- NASCIMENTO, M. L. *Eficiência alimentar e suas associações com lucro, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos Nelore*. 2011. 118p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura (Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- NASCIMENTO, M. L.; SOUZA, A. R. D. L.; CHAVES, A. S.; CESAR, A. S. M.; TULIO, R. R.; MEDEIROS, S. R.; MOURÃO, G. B.; ROSA, A. N.; FEIJÓ, G. L. D.; ALENCAR, M. M.; LANNA, D. P.D. Efficiency indexes and their relationships with carcass, non-carcass and meat quality traits in Nelore steers. *Meat Science*, v. 116, n.3, p. 78-85, 2016.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids*. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 362p.
- OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M. *Produção de carne ovina: Técnicas de avaliação “in vivo” e na carcaça*. 2 ed. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas. Ed. Universitária, p.59-73, 2005.
- OWENS, F. N.; GILL, D. R.; SECRIST, D. S. A.; COLEMAN, S. W. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, v.73, p.3152-3172, 1995.
- PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M. Medidas biométricas obtidas *in vivo* e na carcaça de ovelhas de descarte em diferentes estágios fisiológicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.2, p.440-445, 2010.
- REIS, S. F.; FAUSTO, D. A.; MEDEIROS, S. R.; PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; TORRES JÚNIOR, R. A. A. Feed efficiency and meat quality of crossbred beef heifers classified according to residual feed intake. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 16, n.3, p. 632-642, 2015.
- RIBEIRO, E. L. A.; OLIVEIRA, H. C.; CASTRO, F. A. B.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. D. F.; BARBOSA, M. A. A. F. Características de carcaça e carne de cordeiros mestiços de três grupos genéticos. *Semina: Ciências Agrárias*, v.31, n.3, p.793-802, 2010.
- RICARDO, H. A.; ROÇA, R. O.; LAMBE, N. R.; SENO, L. O.; FUZIKAWA, H. I. S.; FERNANDES, A. R. M. Prediction of weight and percentage of salable meat from Brazilian market lambs by subjective conformation and fatness scores. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.45, n.10, p. 693-644, 2016.
- ROSA, G. T.; PIRES, C. C.; SILVA, J. H. S.; MOTTA, O. S.; COLOMÉ, L. M. Composição tecidual da carcaça e de seus cortes e crescimento alométrico do osso, músculo e gordura da carcaça de cordeiros da raça Texel. *Acta Scientiarum*, v.24, n.4, p.1107-1111, 2002.
- SANTOS, N. P. S.; GUIMARÃES, F. F. S.; SOUSAJÚNIOR, A.; REGO NETO, A. A.; SENA, L. S. SANTOS, G. V. Estrutura de covariância para características de carcaça e tamanho corporal com medidas repetidas em ovinos de diferentes grupos genéticos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.17, n.4, p.652-665, 2016.
- SILVA SOBRINHO, A. G. *Criação de ovinos*. 3ª. Ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 302p.

- SILVA SOBRINHO, A. G.; OSÓRIO, J. C. S. *Aspectos quantitativos da produção de carne ovina*. In: Sobrinho, A.G.; Sañudo, C.; Osório, J.C.S.; Campo Arriba, M.M.; Osório, M.T.M. Produção de carne ovina. Jaboticabal: Funep, p. 97-119, 2008.
- SILVA SOBRINHO, A.G.; SILVA, A.M.A. Produção de carne ovina – Parte II. Artigo técnico. *Revista Nacional da Carne*, n.286, p.30-36, 2000.
- SILVA, R. M.; RESTLE, J.; MISSIO, R. L.; LAGE, M. E.; PACHECO, P. S.; BILEGO, U. O.; PÁDUA, J. T.; FAUSTO, D. A. Perfil de ácidos graxos da carne de novilhos europeus e zebuínos alimentados com milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.49, n.1, p.63-70, 2014.
- SNIFFEN, C. J.; CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P.; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, D.S.; SILVA, H.P.; CARVALHO, J.M.P.; MELO, W.O.; MONTEIRO, B.M.; OLIVEIRA, D.R. Desenvolvimento corporal e relação entre biometria e peso de cordeiros lactantes da raça Santa Inês criados na Amazônia. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.66, n.6, p.1787-1794, 2014.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE – SAS Institute. *Statistical Analysis System*. SAS versão 9.2. Cary: SAS Inst. Inc., 2009.
- UNIÃO EUROPEIA. Regulamento (CE) N.º 22/2008 da Comissão, de 11 de janeiro de 2008, que estabelece as regras de execução da grelha comunitária de classificação das carcaças de ovinos. *Jornal Oficial*, nº L 9 de 12/01/2008, p.6-11.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. *United States standards for grades of lambs, yearling mutton and mutton carcasses*. 1992. 15 p.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- WOMMER, T. P.; PIRES, C. C.; GALVANI, D. B.; HASTENPFLUG, M.; BOLZAN, A. M. S.; LOPES, J. F.; GRIEBLER, L.; CARVALHO, S. Características da carcaça e dos componentes não carcaça de cordeiros oriundos de parto simples ou duplo. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.66, n.2, p.602-608, 2014.
- YAMAMOTO, S. M.; SILVA SOBRINHO, A. G.; PINHEIRO, R. S. B.; LEÃO, A. G.; CASTRO, D. P. V. Inclusão de grãos de girassol na ração de cordeiros sobre as características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne. *Semina: Ciências Agrárias*, v.34, n.4, p.1925-1934, 2013.

Qualidade da carne e perfil lipídico da gordura intramuscular de cordeiros mestiços Texel confinados e classificados pelo consumo e ganho residual

Meat quality and lipid profile of the intramuscular fat from Texel crossbred lambs confined and classified by residual intake and gain

Resumo

Objetivou-se avaliar a qualidade da carne e o perfil lipídico da gordura intramuscular de cordeiros de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR). Foram confinados individualmente 77 cordeiros mestiços Texel ($\frac{1}{4}$ Pantaneira + $\frac{3}{4}$ Texel), machos, não castrados em duas etapas: na primeira foram avaliados 47 cordeiros com peso médio inicial de $29,9 \pm 5,5$ kg e na segunda 30 cordeiros com peso médio inicial de $22,4 \pm 3,3$ kg. A dieta foi composta por silagem da parte aérea de milho e concentrado, com relação volumoso:concentrado de 40:60 em base de matéria seca. O consumo de matéria seca (CMS) e ganho médio diário (GMD) foram avaliados por 70 dias. Os animais foram classificados em três classes de CGR: alto (eficiente), médio (intermediário) ou baixo (ineficiente), com base no desvio padrão dessa variável. Após o abate, os músculos *Semimembranosus* (pernil), *Triceps brachii* (paleta) e *Longissimus thoracis* (lombo) foram retirados para avaliação das características instrumentais (temperatura, pH, perdas por descongelamento, perdas por cocção, força de cisalhamento, marmoreio e colorimetria), composição centesimal (umidade, proteína, cinzas e lipídeos) e perfil lipídico da gordura intramuscular. Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre as classes de CGR quanto às características instrumentais. O teor de matéria mineral no pernil e umidade na paleta foi menor para os animais ineficientes ($P < 0,05$). O músculo *Semimembranosus* dos animais eficientes apresentou menor concentração dos ácidos C12:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1 ω 9, C18:2 ω 6 e total de ácidos graxos saturados ($\sum$ AGS) ($4,97 \text{ mg g}^{-1}$ vs $8,65 \text{ mg g}^{-1}$), monoinsaturados ($\sum$ AGMI) ($8,22 \text{ mg g}^{-1}$ vs $12,8 \text{ mg g}^{-1}$) e polinsaturados ($\sum$ AGPI) ($0,81 \text{ mg g}^{-1}$ vs $1,18 \text{ mg g}^{-1}$) comparado aos ineficientes, respectivamente ($P < 0,05$). De forma semelhante ao *Semimembranosus*, o *Longissimus thoracis* dos animais eficientes apresentou redução nos teores dos ácidos C14:0, C16:0, C17:0, C18:0, C16:1 ω 7 e C18:1, consequentemente o $\sum$ AGS ($4,97 \text{ mg g}^{-1}$ vs $8,65 \text{ mg g}^{-1}$), $\sum$ AGMI ($11,0 \text{ mg g}^{-1}$ vs $16,9 \text{ mg g}^{-1}$) e $\sum$ AGPI ($0,92 \text{ mg g}^{-1}$ vs $1,28 \text{ mg g}^{-1}$) também foram inferiores no lombo desses animais ($P < 0,05$). Os animais eficientes e intermediários apresentaram melhor relação AGMI:AGS, índices de aterogenicidade e de trombogenicidade (IT) e razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos:hipercolesterolêmicos no pernil e IT no lombo ($P < 0,05$). O CGR não prejudica a qualidade da carne de cordeiros eficientes e promove mudanças benéficas no perfil lipídico da gordura intramuscular, tornando-os mais saudáveis ao consumo humano.

Palavras-chave: AGS, AGPI, eficiência alimentar, índice de aterogenicidade, índice de trombogenicidade

Abstract

It was aimed to evaluate the meat quality and lipid profile of the intramuscular fat of lambs of different classes of residual intake and gain (RIG). There were confined individually 77 Texel crossbreed lambs ($\frac{1}{4}$ Pantaneira + $\frac{3}{4}$ Texel), males, not castrated in two steps: in the first were evaluated 47 lambs with initial mean weight of 29.9 ± 5.5 kg and in the second 30 lambs with initial mean weight of 22.4 ± 3.3 kg. The diet was composed of aerial part of corn silage and concentrate, with forage:concentrate ratio of 40:60 on a dry matter basis. The dry matter intake (DMI) and average daily gain (ADG) were evaluated individually for 70 days. The animals were classified in to three classes of RIG: high (efficient), medium (intermediary) or low (inefficient), based on the standard deviation of this variable. After slaughter, the *Semimembranosus* (leg), *Triceps brachii* (palette) e *Longissimus thoracis* (loin) muscles were withdraw for evaluation of the instrumental characteristics (temperature, pH, thawing losses, cooking losses, shear force, marbling and color), centesimal composition (moisture, protein, ashes and lipids) and lipid profile of intramuscular fat. There were no significant differences between the RIG classes as to the instrumental characteristics ($P > 0.05$). The mineral content in the leg and moisture in the palette was lower for the inefficient animals ($P < 0.05$). The *Semimembranosus* muscle of the efficient animals presented lower concentration of the acids C12:0, C14:0, C16:0, C18:0, C18:1 ω 9, C18:2 ω 6 and total saturated fatty acids (Σ SFA) (4.97 mg g^{-1} vs 8.65 mg g^{-1}), monounsaturated (Σ MUFA) (8.22 mg g^{-1} vs 12.8 mg g^{-1}) e polyunsaturated (Σ PUFA) (0.81 mg g^{-1} vs 1.18 mg g^{-1}) compared to inefficient ($P < 0.05$). In a similar way to *Semimembranosus*, the *Longissimus thoracis* of the efficient animals presented reduction in the contents of the acids C14:0, C16:0, C17:0, C18:0, C16:1 ω 7 and C18:1, consequently the Σ SFA (4.97 mg g^{-1} vs 8.65 mg g^{-1}), Σ MUFA (11.0 mg g^{-1} vs 16.9 mg g^{-1}) and Σ PUFA (0.92 mg g^{-1} vs 1.28 mg g^{-1}) were also lower in the loin of these animals, respectively ($P < 0.05$). The efficient and intermediate animals presented better relation MUFA:SFA, atherogenicity and thrombogenicity indexes (TI) and ratio between fatty acids hypocholesterolemic: hypercholesterolemic in the leg and TI in the loin. The CGR does not impairment the meat quality of efficient lambs and promotes beneficial changes in the lipid profile of the intramuscular fat, making them healthier to human consumption.

Key words: atherogenicity index, feed efficiency, PUFA, SFA, thrombogenicity index

Introdução

O consumo da carne ovina no Brasil é de aproximadamente 0,7 a 1,0 kg/habitante/ano, apesar do baixo consumo, ainda é preciso importar o produto para abastecer o mercado interno (MAPA, 2014). Isto mostra a necessidade de buscar melhorias nos sistemas de produção, visando maior produtividade por área e obtenção de carne de qualidade para atender às exigências do mercado consumidor (ZEOLA et al., 2004). Uma das formas de otimizar esse processo é através da identificação de animais mais eficientes (PAULA et al., 2013). Dessa forma, Berry e Crowley (2012) desenvolveram um índice denominado consumo e ganho residual (CGR) com a finalidade de identificar animais que apresentem alta taxa de crescimento e menor consumo de alimentos sem diferenças no peso corporal final.

Embora sejam evidentes os potenciais benefícios do CGR para redução nos custos de produção, principalmente associados à alimentação, estudos dos parâmetros de qualidade da carne produzida são imprescindíveis para garantir a comercialização do produto e satisfação do consumidor, além dos resultados econômicos esperados pelos produtores (CAMPÊLO et al., 2015). A qualidade da carne pode ser avaliada por atributos físicos (análise instrumental) e químicos (composição centesimal e perfil lipídico da gordura intramuscular). Tais informações podem ser usadas para determinar se os cortes cárneos são de melhor ou pior qualidade (BONAGURIO et al., 2003).

A carne é o alimento preferido pela maioria dos consumidores e fornece nutrientes essenciais de alto valor biológico, como proteínas, vitaminas, ácidos graxos (AG) e minerais, no entanto, seu consumo tem sido associado com algumas doenças devido às características de sua gordura, que apresenta maiores concentrações de AG saturados e menores de insaturados (LOPES et al., 2012). Isto ocorre especialmente na carne de ruminantes, devido ao processo de biohidrogenação ruminal, que consiste na adição de hidrogênio às duplas ligações pelos microrganismos ruminais, aumentando o grau de saturação destes AG que será depositado na carne (MAIA et al., 2011).

Portanto, além dos estudos que têm sido realizados no sentido de melhorar os atributos que estão diretamente relacionados à qualidade e aceitação do produto pelos consumidores, outras características como o perfil de AG da carne também devem ser considerados (ANDRADE, 2013). Diversos estudos que relacionam eficiência alimentar com características instrumentais e composição centesimal da carne, principalmente do músculo *Longissimus thoracis*, estão disponíveis na literatura (GOMES et al., 2012; ZORZI et al., 2013; REIS et al., 2015; NASCIMENTO et al., 2016), no entanto a maioria são oriundos da avaliação da carne de bovinos. Dessa forma, estudos sobre o índice de eficiência CGR associado à qualidade da carne e perfil lipídico dos principais cortes comerciais de cordeiros (pernil, paleta e lombo) são fundamentais para melhorar a cadeia produtiva da ovinocultura.

Objetivou-se avaliar a qualidade da carne e o perfil lipídico da gordura intramuscular dos músculos *Semimembranosus* (pernil), *Triceps brachii* (paleta) e *Longissimus thoracis* (lombo) de cordeiros mestiços Texel de diferentes classes de CGR.

Material e Métodos

Cronograma experimental, animais e instalações

O experimento foi conduzido em duas etapas no Laboratório de Metabolismo Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEZ) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), localizada no município de Campo Grande – Mato Grosso do Sul, no período compreendido entre setembro e dezembro de 2015 (primeira etapa) e julho a outubro de 2016 (segunda etapa). Este experimento foi conduzido de acordo com as normas da Comissão de Ética no Uso de Animais, desta instituição, conforme parecer de aprovação número 632/2014 – CEUA/UFMS.

Na primeira etapa, foram utilizados 47 cordeiros mestiços Texel ($\frac{1}{4}$ Pantaneira + $\frac{3}{4}$ Texel), machos, não castrados, com peso médio inicial de $29,9 \pm 5,5$ kg e idade entre 3 a 5 meses. Na segunda etapa foram utilizados 30 cordeiros mestiços Texel ($\frac{1}{4}$ Pantaneira + $\frac{3}{4}$ Texel), machos, não castrados, com peso médio inicial de $22,4 \pm 3,3$ kg e idade entre 2 a 4 meses.

Os animais foram identificados e distribuídos aleatoriamente em baias individuais de 2,5 m², com piso suspenso e ripado, providas de comedouros e bebedouros individuais. O período de adaptação à dieta, manejo e instalações foi de 25 dias, e o período experimental de 70 dias, totalizando 95 dias de confinamento. No período de adaptação foram realizadas vermifugações de forma estratégica com base em análises de contagem de ovos por grama de fezes (OPG) para controle de endoparasitos.

Dieta, manejo alimentar e coletas

A dieta experimental foi formulada de acordo com as recomendações do NRC (2007), considerando os valores médios das exigências nutricionais de animais precoces e tardios com teores de 15% de proteína bruta e 75% de nutrientes digestíveis totais para ganho médio diário de 200 g. A silagem da parte aérea de milho foi utilizada como volumoso e o concentrado foi composto por milho grão moído, farelo de soja, mistura mineral, ureia e complementos. A relação volumoso:concentrado foi de 40:60 (Tabela 1).

A dieta foi fornecida na forma de ração total (silagem + concentrado), *ad libitum* em duas refeições diárias, às 07h30 e 14h30. A quantidade de alimento foi ajustada diariamente em função das sobras, que foram mantidas em torno de 10% da dieta total. A água foi fornecida à vontade.

Foram coletadas amostras de silagem, concentrado e sobras de cada animal em intervalos de 14 dias, congeladas em freezer a -20 °C para análises no Laboratório de Nutrição Animal (FAMEZ/UFMS). Após o término do ensaio, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas, e moídos em moinho tipo Willey (com peneira de crivo de 1 mm) para determinação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE), segundo as metodologias da Association of Official Analytical Chemistry (1995).

As análises de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram feitas de acordo com a metodologia de Van Soest (1991). Os teores de FDN e FDA foram corrigidos para proteína (FDNp e FDAp). Os carboidratos não fibrosos (CNF) do volumoso foram estimados conforme Sniffen et al. (1992): $CNF = 100 - (PB + MM + FDNp + EE)$ e do concentrado

segundo equação de Hall (2000): $CNF = 100 - [(PB - PB \text{ derivada da ureia} + \text{inclusão de ureia}) + MM + FDNp + EE]$. O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado a partir da equação proposta por Cappelle et al. (2001): $91,0246 - (0,571588 \times FDN)$.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.

Ingredientes (% MS)	Etapa 1 - 2015	Etapa 2 - 2016
Silagem de milho	40,00	40,00
Milho grão moído	38,94	38,94
Farelo de soja	16,80	16,80
Mistura mineral ¹	0,90	0,90
Ureia	0,30	0,30
Complementos ²	3,06	3,06
Composição química		
Matéria seca (% MN)	55,30	52,32
Proteína bruta (% MS)	15,40	14,97
Matéria mineral (% MS)	5,27	5,45
Extrato etéreo (% MS)	3,08	2,81
FDNp (% MS) ³	24,65	30,43
FDAp (% MS) ⁴	12,04	15,40
Carboidratos não fibrosos (% MS) ⁵	52,74	47,19
Nutrientes digestíveis totais (% MS) ⁶	76,34	72,72

¹Níveis de garantia (nutrientes kg⁻¹ do produto): Cálcio (4,07 g); Fósforo (1,35 g); Cobre (3,75 mg); Cobalto (0,30 mg); Manganês (8,66 mg); Zinco 27,35 mg); Iodo (0,44 mg); Selênio (0,16 mg); Enxofre (1,27 g); Sódio (2,42 g); Vitamina A (20.000,00 UI); Vitamina D (2.000,00 UI); Vitamina E (60,40 UI); Levedura cana de açúcar (20,45 g); Proteína bruta (199,71 g); NNP (14,10 g); NDT (798,48 g). ²Aroma de leite, melaço, levedura, vitaminas, enxofre, bicarbonato de sódio e carbonato de cálcio. ³FDN = fibra em detergente neutro corrigido para proteína; ⁴FDA = fibra em detergente ácido corrigido para proteína. ⁵CNF volumoso = $100 - (PB + MM + FDNp + EE)$ (SNIFFEN et al., 1992) e CNF concentrado = $100 - [(PB - PB \text{ derivada da ureia} + \text{inclusão de ureia}) + MM + FDNp + EE]$ (HALL, 2000). ⁶NDT = $91,0246 - (0,571588 \times FDN)$ (CAPPELLE et al., 2001).

Abate e avaliação qualitativa

Os abates foram realizados após 70 dias de experimento no Frigorífico Flor da Serra, em Campo Grande – MS, com jejum de sólido por 16 horas. Em sequência, as carcaças foram transferidas para câmara de refrigeração por 24 horas a 2 °C, seccionadas com serra fita ao longo da linha média e as meias-carcaças esquerdas foram utilizadas para avaliações.

O pernil, paleta e lombo foram identificados, embalados individualmente em saco plástico e armazenados em freezer a -20 °C para análises. Com auxílio de bisturi foram separados os músculos *Semimembranosus* (pernil), *Triceps brachii* (paleta) e *Longissimus thoracis* (lombo) aparados da gordura de cobertura para realização da análise instrumental (temperatura, pH, perdas por descongelamento, perdas por cocção, força de cisalhamento, marmoreio e colorimetria), composição centesimal (umidade, proteína bruta, cinzas e extrato etéreo) e perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular.

Análise instrumental dos músculos

A temperatura (T °C) e o pH foram determinados na meia-carcaça esquerda resfriada por meio de um peagâmetro e termômetro digital portátil, com introdução do eletrodo diretamente nos músculos *Semimembranosus*, *Triceps brachii* e *Longissimus thoracis*.

Para análise da perda de peso por descongelamento (PPD), foram retirados amostras de 2,5 cm de cada músculo (*Semimembranosus*, *Triceps brachii* e *Longissimus thoracis*), pesadas congeladas e colocadas em refrigerador a 4°C por 24 horas para descongelamento, e pesadas novamente para o cálculo da porcentagem de PPD. Após a exposição da superfície das amostras ao ambiente por cerca de 30 minutos, foram realizadas as avaliações da cor por meio do aparelho colorímetro Mini SCan XE PLUS, modelo 45/0-L, calibrado para um padrão branco por meio do sistema CIE (L*, a*, b*), cujo sistema considera as coordenadas L* luminosidade (0 corresponde ao preto e 100 corresponde ao branco); a* componente verde/vermelho (-a* representa o verde e +a* representa o vermelho); e b* componente azul/amarelo (-b* representa o azul e +b* representa o amarelo). Nestes cortes, também foi determinado o grau de marmorização visualmente (1–3 traços, 4–6 leve, 7–9 pequeno, 10-12 médio, 13-15 moderado e 16-18 abundante), utilizando cartões padrões do USDA (1997).

Para a avaliação da perda de peso por cocção (PPC), foram utilizadas as mesmas amostras da PPD, colocadas em bandejas com grelha de ferro e foram transferidas para um forno elétrico pré-aquecido à temperatura de 170 °C, onde permaneceram até a temperatura interna do centro geométrico da amostra atingir 71 °C, determinada com termômetro digital portátil tipo espeto. Em seguida, foram retiradas do forno e permaneceram em temperatura ambiente até atingirem 28 °C, momento em que foram novamente pesadas para cálculo da porcentagem de perda durante o cozimento.

A força de cisalhamento (FC) foi determinada utilizando-se as mesmas amostras da análise de PPC, as quais, depois de pesadas, retiraram-se subamostras cilíndricas com 1,27 cm de diâmetro no sentido longitudinal das fibras musculares. Estas foram submetidas a um corte no sentido transversal das fibras musculares, utilizando-se lâmina Warner-Bratzler acoplada ao aparelho Texture Analyser TA-XT plus, e os valores foram expressos em kgf, conforme metodologia descrita por Wheeler e Koohmaraie (1994).

Composição centesimal dos músculos

Para análise da composição centesimal, as amostras dos músculos *Semimembranosus*, *Triceps brachii* e *Longissimus thoracis* de cada animal foram homogeneizadas, individualmente, em multiprocessador até a obtenção de uma massa homogênea, pré-secas em estufa a 105 °C por 72 horas, moídas em moinho de bolas para determinação dos teores de umidade, proteína, cinzas e lipídeos (AOAC, 1995).

Extração e metilação

Após o descongelamento das amostras de músculos a 10 °C por 24 horas foi realizada a extração dos lipídeos e metilação dos ácidos graxos utilizando-se a técnica de Hara e Radin (1978) com

modificações. Foram retiradas amostras de 5,0 g do tecido muscular, adicionada 28 ml de solução de Hexano:Isopropanol (3:2), homogeneizadas em tubo por 60 segundos e filtradas. Ao filtrado foi adicionado 12 ml de sulfato de sódio e agitado por 30 segundos para a separação do hexano e lipídeos do isopropanol. Após 10 minutos de descanso, a camada superior foi pipetada para tubo contendo 1 g de sulfato de sódio, e novamente, a camada superior (hexano e lipídeos) foi transferida em béquer previamente pesado, que foi colocado para secagem.

Para a reação de metilação, foi transferido para o tubo cerca de 40,0 mg dos ácidos graxos extraídos do béquer, onde foi adicionado 2 ml de hexano e 40 µl de metil acetato e agitado por 30 segundos. Em sequência, foi adicionado 40 µl de metóxido de sódio (30% em metanol) e agitado por 2 minutos; adicionado 60 µl da solução de terminação contendo ácido oxálico anidro e agitado por mais 30 segundos; e adicionado cerca de 200 mg de cloreto de cálcio anidro e agitado por 30 segundos. Após 1 hora de descanso, as amostras foram centrifugadas a 3200 rpm por 5 minutos a 5 °C. A camada superior (ácidos graxos esterificados) foi pipetada para recipiente para análise.

A separação e a detecção dos ácidos graxos foram feitas por meio de cromatografia gasosa (marca Thermo, modelo Trace GC Ultra) com detector de ionização de chama (FID), em coluna capilar de sílica fundida de 100 m de comprimento, 0,25 mm diâmetro interno e 0,2 µm de espessura (Restek RTX® - 2330, Bellefonte, PA, USA). A programação da temperatura da coluna iniciou-se com 120 °C permanecendo por 5 minutos. Posteriormente, foi elevada a uma taxa de 3 °C minuto⁻¹ até atingir 240 °C, permanecendo nesta temperatura durante 15 minutos.

O volume de injeção utilizado foi 1,0 µL. As amostras foram injetadas no modo splitless. Os dados sobre os tempos de retenção e as áreas dos componentes separados foram obtidos através do software Chrom Quest Version 4.2. A identificação dos ácidos graxos foi realizada por meio do tempo de retenção e a quantificação através da curva de calibração utilizando padrão externo Supelco® 37 Component FAME Mix.

Índices para avaliação do valor nutricional da carne

Foram determinados os índices de aterogenicidade (IA) [Eq.1] e de trombogenicidade (IT) [Eq.2] conforme sugerido por Ulbricht e Southgate (1991):

$$IA = [(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)] / (\sum AGMI + \sum \omega 6 + \sum \omega 3) \quad [Eq.1]$$

$$IT = (C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0,5 \times \sum AGMI) + (0,5 \times \sum \omega 6 + (3 \times \sum \omega 3) + (\sum \omega 3 / \sum \omega 6))] \quad [Eq.2]$$

A razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos:hipercolesterolêmicos (h:H) foi estimada pelo método de Santos-Silva et al. (2002) [Eq.3]:

$$h:H = (C18:1 + C18:2 + 20:4 + C18:3 + C20:5 + C22:5 + C22:6) / (C14:0 + C16:0) \quad [Eq.3]$$

Análises estatísticas dos dados

Para obtenção do consumo e ganho residual (CGR), foi utilizada a equação proposta por Berry e Crowley (2012): $CGR (kg \text{ dia}^{-1}) = (-1 \times CAR) + GR$. O CAR e GR foram determinados pelas equações propostas por Koch et al. (1963): $CAR = CMSobs - CMSpred$ e $GR = GMDobs - GMDpred$.

O consumo de matéria seca observado (CMSobs, kg dia⁻¹) foi obtido pela diferença entre a quantidade de MS oferecida e a quantidade de MS das sobras de cada indivíduo. O ganho médio diário observado (GMDobs, kg dia⁻¹) foi calculado por regressão linear entre o tempo de confinamento e peso corporal individual obtido a cada 14 dias, sendo o GMD considerado como a inclinação da reta obtida para cada animal. O CMSpred foi calculado pela regressão do CMSobs em função do PCM^{0,75} e do GMDobs dos animais, por meio do procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (SAS University). O GMDpred também foi determinado pelo procedimento MIXED do pacote estatístico do SAS (SAS University) pela regressão múltipla do GMDobs em função do PCM^{0,75} e do CMSobs. O CAR e GR foram previamente padronizados para variância 1.

Foi feito o cálculo do CGR de cada indivíduo para cada etapa separadamente e estabelecidas três classes de CGR com base no desvio padrão dessa variável: os animais cujo CGR foi 0,5 desvio padrão maior que a média foram classificados como alto CGR (eficientes); os animais com 0,5 desvio padrão menor que a média foram classificados como baixo CGR (ineficientes) e os animais com valores entre alto e baixo CGR foram classificados como médio CGR (intermediários).

Os dados das duas etapas foram agrupados e analisados em delineamento inteiramente casualizado, considerando o efeito fixo das classes de CGR e o efeito aleatório dos ensaios, onde cada animal representou uma unidade experimental, também foram analisados quanto à presença de outliers. Foram utilizados os procedimentos (PROC) MIXED do SAS University (SAS Institute Inc. Cary, CA) para um nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

Não foram observadas diferenças significativas para as características qualitativas dos músculos *Semimembranosus*, *Triceps brachii* e *Longissimus thoracis* das diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR) ($P>0,05$; Tabela 2).

Os valores de pH foram similares ($P>0,05$) entre as classes de eficiência e ficaram dentro da variação considerada adequada para carne ovina de 5,5 a 5,8 (ZEOLA et al., 2007). Nascimento et al. (2016) também não encontraram diferenças significativas para o valor de pH da carne de novilhos eficientes e ineficientes classificados pelo CAR e CGR, assim como Gomes et al. (2012) que também não observaram diferenças nos valores de pH na carne de novilhos divergentes pelo CAR.

De acordo com Paula et al. (2013), animais mais eficientes parecem ser menos suscetíveis ao estresse, fato que pode contribuir para redução de problemas relacionados ao pH e consequentemente nas demais características de qualidade da carne, uma vez que o pH é considerado o principal indicador da qualidade final da carne, pois exerce significativa influência sobre os demais parâmetros, como PPC, força de cisalhamento (SANTOS et al., 2014; GRANDIS et al., 2016) e cor (CAMPÊLO et al., 2015).

O fato do pH não ter sido influenciado pelas classes de CGR, provavelmente contribuiu para os valores semelhantes ($P>0,05$) de PPC e PPD nos três músculos estudados. Estes resultados corroboram os obtidos por Nascimento et al. (2016) que ao avaliarem a qualidade da carne de novilhos não encontraram diferenças significativas para PPC entre animais eficientes e ineficientes classificados tanto pelo CAR

como pelo CGR. Gomes et al. (2012) também observaram semelhanças nos valores de PPC na carne de novilhos classificados em função do CAR.

Tabela 2. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para as medidas de análise instrumental nos músculos *Semimembranosus*, *Triceps brachii* e *Longissimus thoracis* obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).

Medidas de análise instrumental	Classes de CGR ¹ (n = 77) ²			Valor-P ³
	Baixo (Ineficientes)	Médio (Intermediários)	Alto (Eficientes)	
Pernil (<i>Semimembranosus</i>)				
pH	5,69±0,16	5,62±0,15	5,72±0,16	0,219
Perdas por descongelamento, %	7,18±2,73	8,11±2,72	7,93±2,74	0,354
Perdas por cocção, %	24,3±4,19	22,7±4,15	22,2±4,20	0,341
Força de cisalhamento, kgf	3,11±0,28	3,05±0,27	3,04±0,28	0,887
Marmoreio	6,56±0,87	5,72±0,83	6,53±0,88	0,249
Paleta (<i>Triceps brachii</i>)				
pH	5,88±0,24	5,89±0,24	5,88±0,24	0,985
Perdas por descongelamento, %	5,43±2,05	5,27±2,04	5,64±2,06	0,713
Perdas por cocção, %	25,5±7,35	25,6±7,34	24,2±7,36	0,385
Força de cisalhamento, kgf	3,19±0,07 ^b	3,42±0,06 ^a	3,29±0,08 ^{ab}	0,039
Marmoreio	4,11±0,78	3,83±0,75	3,73±0,78	0,681
Lombo (<i>Longissimus thoracis</i>)				
pH	5,72±0,26	5,80±0,25	5,67±0,26	0,437
Perdas por descongelamento, %	6,27±0,64	5,68±0,52	6,07±0,66	0,725
Perdas por cocção, %	19,3±4,17	19,9±4,13	18,2±4,17	0,367
Força de cisalhamento, kgf	2,42±0,10	2,25±0,08	2,53±0,11	0,121
Marmoreio	6,30±1,06	6,21±1,02	6,21±1,06	0,986

¹Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t ao nível de 5%. ²n = número de animais. ³Valor-P para o efeito de classe de CGR.

Os valores de PPC deste estudo estiveram dentro da faixa considerada normal de 19% a 31,5% (WHEELER; KOOHARAIE, 1996; ABULARACH et al. 1998). Essa característica é importante por ter influência no rendimento da carne no momento do consumo, nas características de qualidade como cor, maciez e suculência da carne (SILVA et al., 2008).

Os valores de FC dos músculos *Semimembranosus*, *Triceps brachii* e *Longissimus thoracis* foram similares entre cordeiros eficientes e ineficientes (P>0,05). Embora o músculo *Triceps brachii* dos animais com baixo CGR ter apresentado menor valor (3,19 kgf) comparado aos com médio CGR (3,42 kgf), não houve diferença (P>0,05) desses em relação aos com alto CGR (3,29 kgf) (Tabela 2).

A FC é uma variável que caracteriza a maciez da carne, característica esta que representa o principal quesito de avaliação ou apreciação da carne, após sua aquisição (BORGES et al., 2006) e quando a carne apresenta valores iguais ou inferiores a 3,60 kgf é considerada muito macia (SHACKELFORD et al., 1991). Dessa forma, os três músculos avaliados neste estudo, independente da classe de CGR, podem ser considerados macios.

A FC também é uma medida relacionada ao pH (SANTOS et al., 2014) e a PPC, onde amostras com elevadas perdas de água durante o cozimento podem tornar-se mais duras (SILVA et al., 2008). Assim, as médias de pH e PPC similares entre as classes de CGR, aliada à idade de abate dos animais desse experimento provavelmente contribuíram para os bons resultados de FC obtidos.

Os resultados verificados para FC corroboram os obtidos por Nascimento et al. (2016) que avaliaram a FC na carne de novilhos classificados pelo CAR e CGR e não observaram diferenças entre animais eficientes e ineficientes pelo CGR. No entanto, esses autores observaram maior valor de FC para a carne dos animais eficientes em função do CAR. Zorzi et al. (2013) também constataram maior FC para a carne de animais eficientes pelo CAR. Contudo, Baker et al. (2006); Cafe et al. (2010); Gomes et al. (2012) e Reis et al. (2015) quando avaliaram a qualidade de carne de novilhos não observaram diferenças significativas no valor de FC entre as carnes de animais eficientes e ineficientes pelo CAR.

A marmorização dos músculos do pernil, paleta e lombo não foi influenciada pelo CGR ($P>0,05$) e apresentaram valores de 6,27, 3,89 e 6,24, respectivamente. A marmorização representa uma importante característica a ser avaliada, principalmente sob o ponto de vista do consumidor (GRANDIS et al., 2016), pois a quantidade de gordura intramuscular é um dos fatores determinantes da suculência (OSÓRIO et al., 2009).

Não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) para a luminosidade (L^*), componente verde/vermelho (a^*) e componente azul/amarelo (b^*) nos músculos *Semimembranosus* (pernil), *Triceps brachii* (paleta) e *Longissimus thoracis* (lombo) dos cordeiros classificados pelo CGR (Tabela 3).

Tabela 3. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para as medidas de cor nos músculos *Semimembranosus*, *Triceps brachii* e *Longissimus thoracis* obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).

Medidas colorimétricas ¹	Classes de CGR ² (n = 77) ³			Valor-P ⁴
	Baixo (Ineficientes)	Médio (Intermediários)	Alto (Eficientes)	
Pernil (<i>Semimembranosus</i>)				
L*	37,0±0,76	36,7±0,63	36,3±0,80	0,835
a*	17,0±1,71	16,2±1,69	16,9±1,72	0,356
b*	12,3±2,37	11,7±2,36	11,9±2,37	0,347
Paleta (<i>Triceps brachii</i>)				
L*	39,4±0,69	39,1±0,58	39,8±0,72	0,678
a*	18,3±0,50	18,2±0,39	18,9±0,52	0,601
b*	12,7±4,03	13,0±4,03	12,7±4,03	0,787
Lombo (<i>Longissimus thoracis</i>)				
L*	39,9±1,06	39,0±0,87	38,8±1,10	0,687
a*	14,8±1,89	15,0±1,87	14,7±1,89	0,832
b*	11,7±2,53	11,7±2,52	11,4±2,53	0,744

¹ L^* = luminosidade; a^* = componente verde/vermelho; b^* = componente azul/amarelo; ²Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t ao nível de 5%. ³n = número de animais. ⁴Valor-P para o efeito de classe de CGR.

A cor é um atributo diretamente afetado pelo pH final da carne, assim, se o pH permanecer acima de 6,0 mais escura será a carne produzida; por outro lado, se o pH apresentar valor abaixo de 5,5 será mais pálida (CAMPÊLO et al., 2015). Como citado anteriormente, os valores de pH obtidos estão dentro da faixa considerada adequada e não apresentaram influência das classes de eficiência (Tabela 2), o que explica a similaridade nos resultados obtidos para coloração da carne. Nascimento et al. (2016) também não observaram diferenças na cor da carne de novilhos eficientes e ineficientes pelo CGR, assim como Zorzi et al. (2013) e Reis et al. (2015) que também não observaram diferenças significativas para L^* , a^* e b^* obtidos no músculo *Longissimus thoracis* de novilhos em função do CAR.

Como a cor da carne é um dos primeiros atributos a ser observado pelo consumidor no momento da compra e indica seu frescor, tem influência direta na decisão de aquisição do produto (OSÓRIO et al., 2009). Segundo Sañudo et al. (2000), a carne ovina geralmente apresenta variações de 30,03 a 49,47 para L^* ; 8,24 a 23,53 para a^* ; e 3,38 a 11,10 para b^* . Os valores médios aqui observados para L^* e a^* estão dentro das faixas citadas. Contudo, a característica b^* ficou um pouco acima dessa variação para os três músculos nas três classes de CGR, o que pode ser em função da grande quantidade de gordura na carcaça dos ovinos desse experimento, uma vez que a cor da gordura tem uma relação mais forte com o componente azul/amarelo, enquanto a cor do músculo tem mais influência sobre a luminosidade e o componente verde/vermelho (ZEOULA et al., 2002).

Em relação aos teores de umidade, proteína, cinzas e lipídeos dos músculos avaliados (*Semimembranosus*, *Triceps brachii* e *Longissimus thoracis*) houve influência ($P < 0,05$) das classes de CGR apenas sobre o teor de cinzas do *Semimembranosus* e umidade do *Triceps brachii* (Tabela 4).

A concentração de cinzas no músculo do pernil foi maior ($P < 0,05$) para os animais eficientes (1,12%) e intermediários (1,10%) comparado aos ineficientes (1,04%). De forma semelhante, a umidade no músculo da paleta foi maior para os animais eficientes (76,5%) e intermediários (76,3%) em relação aos ineficientes (75,7%). Apesar da diferença observada, os demais parâmetros não diferiram, corroborando Marques et al. (2013) ao relatarem que a quantidade de água pode variar entre músculos, animais de mesma espécie, no mesmo músculo e animais de espécies diferentes, mas geralmente a variação é pequena.

Os teores de umidade, proteína, cinzas e lipídeos ficaram próximos aos valores sugeridos por Zeola et al. (2004) para carne ovina de 75%, 19%, 1,1% e 4,0%, respectivamente, podendo variar de acordo com o grau de acabamento dos animais, com a fase de desenvolvimento (aumento da deposição da gordura em detrimento da proteína em animais mais velhos) ou com aumento do peso corporal. Segundo Almeida Jr. (2002), o percentual de extrato etéreo no músculo *Longissimus* é um importante indicativo da gordura intramuscular da carcaça, que é a última a ser depositada durante o desenvolvimento corporal do animal (LEMES et al., 2014). Essas premissas confirmam os dados evidenciados neste estudo, em que os animais apresentaram idade e pesos corporais ao abate similares, consequentemente os teores de lipídeos (Tabela 4), assim como o grau de marmorização (Tabela 2) foram semelhantes entre as classes de CGR.

Tabela 4. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para a composição centesimal nos músculos *Semimembranosus*, *Triceps brachii* e *Longissimus thoracis* obtida em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).

Composição centesimal (%)	Classes de CGR ¹ (n = 47) ²			Valor-P ³
	Baixo (Ineficientes)	Médio (Intermediários)	Alto (Eficientes)	
Pernil (<i>Semimembranosus</i>)				
Umidade	74,2±0,24	74,8±0,20	74,7±0,28	0,119
Proteína	20,2±0,29	20,4±0,24	20,6±0,34	0,699
Cinzas	1,04±0,02 ^b	1,10±0,02 ^a	1,12±0,02 ^a	0,015
Lipídeos	3,01±0,27	2,46±0,23	2,38±0,32	0,216
Paleta (<i>Triceps brachii</i>)				
Umidade	75,7±0,15 ^b	76,3±0,13 ^a	76,5±0,18 ^a	0,004
Proteína	19,0±0,47	18,3±0,40	19,3±0,55	0,325
Cinzas	1,05±0,10	1,14±0,09	0,98±0,12	0,492
Lipídeos	2,32±0,16	2,25±0,14	2,05±0,19	0,545
Lombo (<i>Longissimus thoracis</i>)				
Umidade	73,4±0,31	73,4±0,27	73,0±0,37	0,666
Proteína	21,7±0,34	21,5±0,29	22,6±0,40	0,079
Cinzas	1,06±0,03	1,08±0,03	1,07±0,04	0,798
Lipídeos	3,69±0,27	3,28±0,23	3,07±0,32	0,307

¹Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t ao nível de 5%. ²n = número de animais. ³Valor-P para o efeito de classe de CGR.

Em estudo com qualidade da carne de bovinos Nelore, Zorzi et al. (2013) não observaram diferenças na composição centesimal entre os animais eficientes e ineficientes classificados pelo CAR. No entanto, Nascimento et al. (2016) ao avaliarem o teor de lipídeos no músculo *Longissimus thoracis* de novilhos classificados pelo CAR e CGR, encontraram menores concentrações para os animais eficientes.

Ao avaliar o perfil de ácidos graxos (AG) nos músculos do pernil (*Semimembranosus*), paleta (*Triceps brachii*) e lombo (*Longissimus thoracis*) dos cordeiros nas três classes de eficiência, foram detectados seis ácidos graxos saturados (AGS) (Tabela 5), dois ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) (Tabela 6) e dois ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) (Tabela 7), totalizando 10 AG.

Os AG presentes em maiores quantidades foram os ácidos palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) (Tabela 5) e oleico (C18:1) (Tabela 6), resultados coerentes com os descritos por Macedo et al. (2008), que ao estudarem o perfil lipídico da carne de cordeiros também verificaram maiores concentrações desses AG. O músculo da paleta não apresentou diferenças significativas ($P>0,05$) entre as classes de CGR para nenhum dos AG estudados, o que pode estar relacionado ao menor grau de gordura intramuscular (marmoreio) (Tabela 2).

Para o músculo do pernil houve influência das classes de CGR ($P<0,05$) sobre o somatório dos AGS (Σ AGS), ácidos láurico (C12:0), mirístico (C14:0), C16:0 e C18:0. Foi observada menor concentração de AGS em animais pertencentes ao grupo eficiente e intermediário (alto e médio CGR) em relação ao ineficiente (baixo CGR). Assim como no músculo do pernil, no lombo também foram

detectados menores valores para o Σ AGS, ácidos C14:0, C16:0, C17:0 (margárico) e C18:0 para os animais eficientes e intermediários (Tabela 5).

Tabela 5. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para as concentrações dos ácidos graxos saturados (AGS) nos músculos *Semimembranosus*, *Triceps brachii* e *Longissimus thoracis* obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).

AGS (mg g ⁻¹)	Classes de CGR ¹ (n = 47) ²			Valor-P ³
	Baixo (Ineficientes)	Médio (Intermediários)	Alto (Eficientes)	
Pernil (<i>Semimembranosus</i>)				
Total de AGS	8,65±0,85 ^a	5,80±0,72 ^b	4,97±1,04 ^b	0,0141
C10:0 (Cáprico)	0,02±0,002	0,01±0,002	0,01±0,002	0,1937
C12:0 (Láurico)	0,02±0,004 ^a	0,01±0,003 ^b	0,01±0,004 ^b	0,0334
C14:0 (Mirístico)	0,37±0,05 ^a	0,22±0,04 ^b	0,19±0,06 ^b	0,0192
C16:0 (Palmítico)	4,59±0,48 ^a	3,08±0,40 ^b	2,59±0,58 ^b	0,0186
C17:0 (Margárico)	0,12±0,01	0,08±0,01	0,10±0,02	0,0878
C18:0 (Esteárico)	3,52±0,34 ^a	2,39±0,28 ^b	2,07±0,41 ^b	0,0140
Paleta (<i>Triceps brachii</i>)				
Total de AGS	7,55±0,80	5,45±0,68	7,45±0,99	0,0942
C10:0 (Cáprico)	0,02±0,002	0,01±0,002	0,01±0,002	0,3485
C12:0 (Láurico)	0,02±0,003	0,01±0,003	0,01±0,004	0,1714
C14:0 (Mirístico)	0,33±0,04	0,23±0,03	0,26±0,05	0,1616
C16:0 (Palmítico)	4,09±0,41	2,90±0,35	3,78±0,48	0,0814
C17:0 (Margárico)	0,11±0,01	0,09±0,01	0,11±0,01	0,1926
C18:0 (Esteárico)	2,98±0,35	2,21±0,30	3,12±0,41	0,1195
Lombo (<i>Longissimus thoracis</i>)				
Total de AGS	13,2±1,60 ^a	7,44±1,42 ^b	7,89±1,95 ^b	0,0235
C10:0 (Cáprico)	0,03±0,005	0,02±0,004	0,02±0,006	0,0689
C12:0 (Láurico)	0,04±0,01	0,02±0,01	0,01±0,01	0,1145
C14:0 (Mirístico)	0,55±0,08 ^a	0,29±0,07 ^b	0,26±0,09 ^b	0,0286
C16:0 (Palmítico)	6,88±0,84 ^a	3,80±0,72 ^b	3,81±0,08 ^b	0,0156
C17:0 (Margárico)	0,18±0,02 ^a	0,10±0,02 ^b	0,10±0,03 ^b	0,0111
C18:0 (Esteárico)	5,54±0,66 ^a	2,91±0,56 ^b	3,17±0,77 ^b	0,0103

¹Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t ao nível de 5%. ²n = número de animais. ³Valor-P para o efeito de classe de CGR.

Esses resultados são bastante promissores, pois com exceção do ácido C18:0 que tem efeito neutro para saúde humana (ARRUDA et al., 2012; SILVA et al., 2014), os demais AGS ao estarem presentes em menor concentração nos animais mais eficientes traz benefícios à saúde humana, pois apresentam efeito hipercolesterolêmico, ou seja, estão relacionados a incidência de doenças cardiovasculares e suas sequelas, principalmente os ácidos C12:0 e C14:0, considerados os mais prejudiciais ao organismo (CALDEIRA et al., 2010).

As concentrações dos AGS nos músculos do pernil e lombo foram respectivamente, 74,0% e 67,3% menores nos animais eficientes comparados aos ineficientes. Esses resultados são muito bons, pois

o consumo excessivo de AGS pode alterar os níveis de colesterol sanguíneo, aumentar a incidência de doenças cardiovasculares (OLIVEIRA et al., 2008) e ocasionar o aparecimento da aterosclerose e a trombose coronariana. Portanto, recomenda-se à população o consumo de no máximo 10% das calorias diárias oriundas de AGS. Nesse sentido, têm-se buscado diminuir a concentração dos AGS nos produtos de origem animal, em especial os comprovadamente relacionados com problemas de saúde, como o ácido láurico, mirístico e palmítico (CALDEIRA et al., 2010).

As maiores concentrações observadas no total de AGS nos animais ineficientes podem estar associadas às diferenças na fisiologia ruminal, especialmente nos processos da biohidrogenação dos AG, que pode ter sido mais intensa nesses animais, já que a dieta fornecida (Tabela 1) e o consumo de extrato etéreo (Artigo 1) foram similares entre as classes de CGR.

Com relação às concentrações dos AGMI, foram observadas diferenças significativas entre as classes de CGR apenas para os músculos do pernil e lombo (Tabela 6; $P < 0,05$).

Tabela 6. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para as concentrações dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) nos músculos *Semimembranosus*, *Triceps brachii* e *Longissimus thoracis* obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).

Consumo e ganho residual (CGR).				
AGMI (mg g ⁻¹)	Classes de CGR ¹ (n = 47) ²			Valor-P ³
	Baixo (Ineficientes)	Médio (Intermediários)	Alto (Eficientes)	
Pernil (<i>Semimembranosus</i>)				
Total de AGMI	12,8±1,15 ^a	9,37±0,97 ^b	8,22±1,41 ^b	0,0296
C16:1ω7 (Palmitoleico)	0,24±0,03	0,18±0,02	0,20±0,03	0,2512
C18:1ω9 (Oleico)	12,5±1,13 ^a	9,18±0,95 ^b	8,03±1,38 ^b	0,0283
Paleta (<i>Triceps brachii</i>)				
Total de AGMI	12,6±1,19	9,43±1,01	12,3±1,39	0,0876
C16:1ω7 (Palmitoleico)	0,24±0,02	0,20±0,02	0,22±0,03	0,2778
C18:1ω9 (Oleico)	12,4±1,17	9,23±0,99	12,1±1,37	0,0864
Lombo (<i>Longissimus thoracis</i>)				
Total de AGMI	16,9±1,73 ^a	10,3±1,46 ^b	11,0±2,02 ^b	0,0161
C16:1ω7 (Palmitoleico)	0,38±0,04 ^a	0,25±0,03 ^b	0,25±0,05 ^b	0,0451
C18:1ω9 (Oleico)	16,5±1,69 ^a	10,1±1,43 ^b	10,8±1,98 ^b	0,0158

¹Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t ao nível de 5%. ²n = número de animais. ³Valor-P para o efeito de classe de CGR.

O Σ AGMI e ácido oleico (C18:1ω9) nos cortes pernil e lombo foi maior para os animais ineficientes comparados aos eficientes e intermediários. O ácido oleico é desejável na carne por reduzir o colesterol sanguíneo (efeito hipocolesterolêmico) (SILVA et al., 2014).

O músculo do lombo também apresentou diferença ($P < 0,05$) entre as classes de CGR para o ácido palmitoleico (C16:1ω7) com maior teor para os animais ineficientes (Tabela 6). Este AG encontra-se em baixa concentração na carne (RADMANN; COSTA, 2008), apesar disso, tem importância por ser responsável pelo metabolismo dos lipídeos, podendo ajudar no equilíbrio dos níveis de colesterol HDL

(bom colesterol) e LDL (colesterol ruim), reduzir a taxa de açúcar no sangue e favorecer a queda de gordura dos tecidos que envolvem o fígado e o coração.

Houve diferenças significativas para as concentrações dos AGPI apenas para os músculos *Semimembranosus* e *Longissimus thoracis* (Tabela 7; $P < 0,05$).

Tabela 7. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para as concentrações dos ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) nos músculos *Semimembranosus*, *Triceps brachii* e *Longissimus thoracis* obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).

AGPI (mg g ⁻¹)	Classes de CGR ² (n = 47) ³			Valor-P ⁴
	Baixo (Ineficientes)	Médio (Intermediários)	Alto (Eficientes)	
Pernil (<i>Semimembranosus</i>)				
Total de AGPI	1,18±0,08 ^a	1,01±0,07 ^{ab}	0,81±0,10 ^b	0,0188
C18:2ω6 (Linoleico)	0,99±0,08 ^a	0,87±0,06 ^{ab}	0,68±0,09 ^b	0,0408
C18:2c-9 t-11(CLA) ¹	0,18±0,02	0,13±0,01	0,13±0,02	0,0696
Paleta (<i>Triceps brachii</i>)				
Total de AGPI	1,00±0,08	0,89±0,07	0,79±0,09	0,2490
C18:2ω6 (Linoleico)	0,83±0,07	0,76±0,06	0,66±0,09	0,3465
C18:2c-9 t-11(CLA) ¹	0,17±0,02	0,13±0,01	0,13±0,02	0,1031
Lombo (<i>Longissimus thoracis</i>)				
Total de AGPI	1,28±0,11 ^a	0,94±0,11 ^b	0,92±0,13 ^b	0,0416
C18:2ω6 (Linoleico)	1,07±0,10	0,80±0,09	0,76±0,11	0,0687
C18:2c-9 t-11(CLA) ¹	0,21±0,03	0,15±0,02	0,16±0,03	0,1501

¹CLA = ácido linoleico conjugado; ²Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t ao nível de 5%. ³n = número de animais. ⁴Valor-P para o efeito de classe de CGR.

A concentração do $\sum$ AGPI nos músculos *Semimembranosus* e *Longissimus thoracis* foi maior para os animais ineficientes. Os AG insaturados são extremamente importantes para a saúde humana e seus principais efeitos estão relacionados à redução do colesterol total e LDL, sem reduzir as lipoproteínas de alta de densidade (HDL) (MIHAYLOVA; PEEVA, 2007). Vale ressaltar que, além de diminuir os níveis séricos de colesterol ruim e de alguns serem considerados essenciais, os AG insaturados ainda podem ser precursores de várias substâncias, sendo algumas vasoativas. Estas substâncias podem influenciar na viscosidade sanguínea, na permeabilidade dos vasos sanguíneos e na pressão arterial (BELDA; POURCHET-CAMPOS, 1991).

O teor do ácido linoleico (C18:2ω6) no músculo do pernil foi mais elevado para os animais ineficientes comparados aos eficientes. Este AG pertence e dá origem ao ω6, é considerado essencial por não ser sintetizado pelo organismo, apresentando características importantes, como habilidade de reduzir a concentração de colesterol LDL, semelhante a medicamentos hipocolesterolêmicos (BARDUCCI et al., 2016), além de ser precursor na produção do ácido linoleico conjugado (CLA ou ácido rumênico).

Quando se obtém a soma do total de AG (AGS, AGMI e AGPI) depositados em cada músculo, verifica-se que de uma maneira geral os animais eficientes depositaram menos AG no lombo e pernil em

relação aos ineficientes. As concentrações totais de AG no pernil, paleta e lombo de animais eficientes e ineficientes foram 22,63 vs 14,0 mg g⁻¹; 21,15 vs 20,54 mg g⁻¹; 31,38 vs 18,98 mg g⁻¹, respectivamente.

As maiores concentrações de AGPI observada em animais ineficientes podem estar associadas a maior atividade da enzima Delta-9-dessaturase presente no tecido adiposo que catalisa a biossíntese de monoinsaturados, introduzindo uma dupla ligação na posição $\Delta 9$ de alguns AG (NTAMBI, 1999), como no ácido vacênico (*trans*-11 C18:1), convertendo-o em CLA, sendo este processo o grande responsável por maiores produções desse AGPI na carne de animais ruminantes (PREUSS et al., 2013). O ácido vacênico é produzido principalmente através do processo de biohidrogenação e, conforme comentado anteriormente, este processo pode ser sido mais intenso nos animais ineficientes, o que pode ter representado um custo energético adicional para esses animais.

Os cordeiros mais eficientes e intermediários pelo CGR apresentaram melhor relação AGMI:AGS, índice aterogênico (IA), índice trombogênico (IT) e relação entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h:H) para o músculo do pernil, e melhor IT no músculo do lombo dos animais eficientes e intermediários (Tabela 8; P<0,05).

Tabela 8. Médias dos quadrados mínimos e seus respectivos erros padrão para as relações e índices de ácidos graxos nos músculos *Semimembranosus*, *Triceps brachii* e *Longissimus thoracis* obtidas em cordeiros mestiços Texel confinados de diferentes classes de consumo e ganho residual (CGR).

Relações e índices ¹	Classes de CGR ² (n = 47) ³			Valor-P ⁴
	Baixo (Ineficientes)	Médio (Intermediários)	Alto (Eficientes)	
Pernil (<i>Semimembranosus</i>)				
AGMI:AGS	1,53±0,04 ^b	1,65±0,03 ^a	1,67±0,05 ^a	0,0346
AGPI:AGS	0,16±0,02	0,19±0,01	0,18±0,02	0,2705
Índice aterogênico	0,42±0,01 ^a	0,37±0,01 ^b	0,37±0,02 ^b	0,0238
Índice trombogênico	1,18±0,03 ^a	1,08±0,02 ^b	1,06±0,04 ^b	0,0172
h:H	2,87±0,10 ^b	3,18±0,08 ^a	3,20±0,12 ^a	0,0413
Paleta (<i>Triceps brachii</i>)				
AGMI:AGS	1,71±0,05	1,77±0,04	1,75±0,06	0,5822
AGPI:AGS	0,16±0,02	0,17±0,02	0,13±0,02	0,2900
Índice aterogênico	0,39±0,01	0,36±0,01	0,37±0,02	0,4513
Índice trombogênico	1,06±0,03	1,02±0,03	1,06±0,04	0,4580
h:H	3,11±0,10	3,30±0,09	3,22±0,12	0,3642
Lombo (<i>Longissimus thoracis</i>)				
AGMI:AGS	1,35±0,08	1,57±0,07	1,49±0,09	0,1103
AGPI:AGS	0,12±0,01	0,14±0,01	0,14±0,01	0,2612
Índice aterogênico	0,48±0,02	0,43±0,02	0,41±0,02	0,0678
Índice trombogênico	1,36±0,04 ^a	1,22±0,04 ^b	1,23±0,05 ^b	0,0403
h:H	2,50±0,41	2,79±0,36	3,82±0,48	0,1092

¹AGS = ácidos graxos saturados; AGMI = ácidos graxos monoinsaturados; AGPI = ácidos graxos poliinsaturados; h:H = razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos. ²Médias na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t ao nível de 5%. ³n = número de animais. ⁴Valor-P para o efeito de classe de CGR.

A melhor relação AGMI:AGS no músculo *Semimembranosus* para os animais eficientes e intermediários provavelmente foi devido a redução no total dos AGS ter sido mais intensa em relação ao total dos AGMI.

As relações AGPI:AGS para o *Semimembranosus*, *Triceps brachii* e *Longissimus thoracis*, foram 0,18; 0,15 e 0,13, respectivamente. Geralmente, este índice é utilizado como um dos principais para avaliação do valor nutricional da gordura. Alimentos que apresentam a razão AGPI:AGS abaixo de 0,45 são considerados como indesejáveis à dieta devido ao seu potencial de induzir o aumento do colesterol sanguíneo (DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY, 1994). No entanto, este índice avaliado isoladamente tem recebido restrições, pois essa relação é baseada na estrutura química do AG, podendo não ser a melhor opção para esta finalidade, uma vez que considera que todos os AGS induzem ao aumento de colesterol e ignoram os efeitos metabólicos dos AGMI (CALDEIRA et al., 2010). Assim, recomenda-se como o melhor método para avaliação do valor nutricional da gordura a utilização de relações baseadas nos efeitos funcionais dos AG, destacando os índices aterogênico e trombogênico, ambos relacionados à fração lipídica (ULBRICHT; SOUTHGATE, 1991) e a relação entre os AG hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (SANTOS-SILVA et al., 2002).

Apesar da ausência de efeito na relação AGPI:AGS e dos valores terem ficado abaixo do recomendado (0,45) para os três músculos nas três classe de eficiência, houve diferenças ($P < 0,05$) nos valores de IA no pernil, onde os animais mais eficientes (0,37) e intermediários (0,37) apresentaram as melhores médias em relação aos ineficientes (0,42). Os valores de IA, independente do músculo e da classe de eficiência, foram inferiores ao observado por Ulbricht e Southgate (1991) que considera como valor referência no máximo 0,72.

O IT no pernil também foi melhor para os animais eficientes (1,06) e intermediários (1,08) comparado aos ineficientes (1,18). De modo similar ao pernil, as médias de IT no músculo do lombo foram menores para a classe eficiente (1,23) e intermediária (1,22) comparada a ineficiente (1,36). Esses valores são inferiores ao mencionado por Ulbricht e Southgate (1991) como referência (no máximo 1,58) para carne de cordeiros.

Os resultados obtidos para IA e IT foram promissores, uma vez que, esses índices indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, isto é, quanto menores os valores desses índices, maior é a quantidade de AG antiaterogênicos presentes em determinado óleo ou gordura e, conseqüentemente, maior é o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas e mais benéfico é para a saúde (ARRUDA et al., 2012).

A relação h:H no músculo do pernil dos animais com alto (3,20) e médio CGR (3,18) foi maior do que os com baixo CGR (2,87) ($P < 0,05$). Este resultado indica mais um aspecto positivo no perfil de AG da carne de animais eficientes. Essa relação constitui um importante índice, pois considera a atividade funcional dos AG no metabolismo das lipoproteínas de transporte do colesterol plasmático, cujo tipo e quantidade estão relacionados com o maior ou menor risco de incidência de doenças cardiovasculares. Assim, quanto maior o valor, melhor será a composição do produto, indicando que contém mais AG

hipocolesterolêmicos. A relação h:H nos três músculos avaliados, independente das classes de eficiência, ficou acima do valor considerado referência aos produtos cárneos (2,0) (SANTOS-SILVA et al., 2002).

Considerando todas variáveis estudadas para qualidade de carne (instrumental e composição centesimal) verifica-se que os cortes cárneos foram similares, independente do grupo de eficiência (alto, médio ou baixo). No entanto, quando se considera as variáveis relativas à qualidade da gordura intramuscular detectam-se mudanças importantes e significativas quanto ao perfil lipídico. Os animais mais eficientes e intermediários reduziram a concentração total de AGS (C12:0; C14:0; C16:0 e C18:0) nos cortes pernil e lombo, notadamente aqueles já identificados e reconhecidos por serem hipercolesterolêmicos.

Entretanto, quando se considera a concentração dos ácidos graxos insaturados, seja AGMI como AGPI, observa-se que os animais mais eficientes para CGR também reduziram suas respectivas concentrações nos mesmos cortes do pernil e do lombo. Este resultado poderia ser considerado negativo na qualidade do valor nutritivo da gordura, mas, o efeito mais intenso foi a redução dos AGS hipercolesterolêmicos do que a redução dos insaturados, refletindo de maneira positiva no cálculo dos índices IA, IT e h:H nos cortes pernil e lombo dos animais mais eficientes e intermediários, tornando-os mais saudáveis e nutracêuticos ao consumo humano. Destaca-se neste contexto que os músculos do pernil e lombo são eficazes para detectar possíveis mudanças no perfil lipídico da carne, já o músculo da paleta não se mostra favorável para detectar estas mudanças no metabolismo intermediário dos cordeiros.

Conclusões

O CGR não afeta a qualidade da carne de cordeiros mestiços Texel eficientes e promove mudanças benéficas no perfil lipídico da gordura intramuscular. O efeito mais intenso é a redução da concentração dos ácidos graxos hipercolesterolêmicos nos cortes pernil e lombo. Dessa forma, o CGR tem grande potencial para ser utilizado como critério de identificação de ovinos eficientes com a produção de carne de qualidade e mais saudável ao consumo humano.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, pelo suporte financeiro. À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Gado de Corte) pela colaboração na realização desse trabalho. À Empresa Macal Nutrição Animal pelo fornecimento do concentrado utilizado nesse experimento.

Referências

- ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (m. *L. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. *Ciência e Tecnologia dos Alimentos*, v.18, n.2, p.205-210, 1998.
- ALMEIDA JR., G.A. *Silagem de grãos úmidos de milho na ração de cordeiros em creep feeding*. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2002. 61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2002.

ANDRADE, M. G. L. P. *Características da carcaça e qualidade da carne de cordeiros Santa Inês e Morada Nova em diferentes pesos de abate*. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2013.

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. AOAC International, Arlington, VA.

ARRUDA, P. C. L.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; BOMFIM, M. A. D.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; FONTENELE, R. M.; REGADAS FILHO, J. G. L. Perfil de ácidos graxos no *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. *Semina: Ciências Agrárias*, v.33, n.3, p.1229-1240, 2012.

BAKER, S. D.; SZASZ, J. I.; KLEIN, T. A.; KUBER, P. S. Residual feed intake of purebred Angus steers: effects on meat quality and palatability. *Journal of Animal Science*, v.84, n.4, p.938-945, 2006.

BARDUCCI, R. S.; FRANZÓI, M. C. S.; SARTI, L. M. N.; MILLEN, D. D.; PUTAROV, T. C.; PERDIGÃO, A.; MARTINS, C. L.; ARRIGONI, M. D. B. Perfil de ácidos graxos e características da carne de bovinos Nelore confinados com diferentes fontes lipídicas protegidas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.68, n.1, p.233-242, 2016.

BELDA, M. C. R.; POURCHET-CAMPOS, M. A. Ácidos graxos essenciais em nutrição: uma visão atualizada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.11, n.1, p.5-35, 1991.

BERRY, D. P.; CROWLEY, J. J. Residual intake and gain: A new measure of efficiency in growing cattle. *Journal of Animal Sciences*, v.90, n.1, p.109-115, 2012.

BONAGURIO, S.; PÉREZ, J. R. O.; GARCIA, I. F. F.; BRESSAN, M. C.; LEMOS, A. L. S. C. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.6, p.1981-1991, 2003 (Supl. 2).

BORGES, A. S.; ZAPATA, J. F. F.; GARRUTI, D. S.; RODRIGUES, M. C. P.; FREITAS, E. R.; PEREIRA, A. L. F. Medições instrumentais e sensoriais de dureza e suculência na carne caprina. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.26, n.4, p.891-896, 2006.

CAFE, L. M.; McLNTYRE, B. L.; ROBINSON, D. L.; GEESINK, G. H.; BARENDSE, W. Production and processing studies on calpain-system gene markers for tenderness in Brahman cattle: 1. Growth, efficiency, temperament, and carcass characteristics. *Journal of Animal Science*, v.88, n.9, p.3047-3058, 2010.

CALDEIRA, L. A.; FERRÃO, S. P. B.; FERNANDES, S. A. A.; MAGNAVITA, A. P. A.; SANTOS, T. D. R. Índices de qualidade nutricional da fração lipídica do leite de búfalas da raça Murrah produzido em diferentes fases de lactação. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v.69, n.4, p.545-554, 2010.

CAMPÊLO, M. C. S.; MEDEIROS, J. M. S.; PINTO, M. M. F.; ASSIS, A. P. P.; SILVA, J. B. A.; LIMA, P. O. Perfil sanitário e características físico-químicas da carne ovina comercializada in natura. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v.74, n.3, p.207-215, 2015.

CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.6, p.1837-1856, 2001.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. *Nutritional aspects and cardiovascular disease: report on health and social subjects*. HMSO, London, n. 46, p. 1-178, 1994.

GOMES, R. C.; SAINZ, R. D.; SILVA, S. L.; CÉSAR, M. C.; BONIN, M. N.; LEME, P. R. Feedlot performance, feed efficiency reranking, carcass traits, body composition, energy requirements, meat quality and calpain system activity in Nellore steers with low and high residual feed intake. *Livestock Science*, v.150, n.1-3, p.265-273, 2012.

GRANDIS, F. A.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y.; BUMBIERIS JUNIOR, V. H.; PRADO, O. P. P.; PINTO, A. P. Características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros alimentados com diferentes teores de torta de soja em substituição ao farelo de soja. *Ciência Animal Brasileira*, v.17, n.3, p.327-341, 2016.

HALL, M. B. *Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen*. Gainesville: University of Florida A25-A32, 2000. 76p.

- HARA, A.; RADIN, N.S. Lipid extraciton of tissues with low-toxicity solvent. *Analytical Biochemistry*, v.90, n.1, p.420-426, 1978.
- KOCH, R. M.; SWIGER, L. A.; CHAMBERS, D.; GREGORY, K. E. Efficiency of feed use in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.22, n.2, p.486-494, 1963.
- LEMES, J. S.; OSÓRIO, M. T. M.; OSÓRIO, J. C. S.; GONZAGA, S. S.; MARTINS, L. S.; ESTEVES, R. M. G.; LEHMEN, R. I. Características da carcaça e da carne de cordeiros Corriedale manejados em duas alturas de milheto. *Archivos de Zootecnia*, v.63, n.241, p.161-170, 2014.
- LOPES, L. S.; LADEIRA, M. M.; MACHADO NETO, O. R.; MENDES, E. M.; VEIGA, P. R. P.; CHIZZOTTI, M. L.; GUERREIRO, M. C. Composição química e de ácidos graxos do músculo *longissimus dorsi* e da gordura subcutânea de tourinhos Red Norte e Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, n.4, p.978-985, 2012.
- MACEDO, V. P.; GARCIA, C. A.; SILVEIRA A. C.; MONTEIRO, A. L. G.; MACEDO, F. A. F.; SPERS, R. C. Composições tecidual e química do lombo de cordeiros alimentados com rações contendo semente de girassol em comedouros privativos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.10, p.1860-1868, 2008.
- MAIA, M. O.; PARENTE, H. N.; ARAÚJO, V. M. Utilização de lipídeos na dieta de pequenos ruminantes. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, v.14, n.2, p.127-131, 2011.
- MARQUES, R. O.; MENEZES, J. J. L.; GONÇALVES, H. C.; MEDEIROS, B. B. L.; RODRIGUES, L.; CANIZARES, G. I. L.; GOMES, H. F. B.; ROÇA, R. O. Rendimentos de cortes, proporção tecidual da carcaça e composição centesimal da carne de caprinos jovens em função do grupo racial e do peso corporal de abate. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.65, n.5, p.1561-1569, 2013.
- MIHAYLOVA, G.; PEEVA, T. Trans fatty acids and conjugated linoleic aci in the buffalo milk. *Italian Journal of Animal Science*, v.6, n.1, p.1056-1059, 2007.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. *Mercado Interno*. 2014. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso 20 dez 2017.
- NASCIMENTO, M. L.; SOUZA, A. R. D. L.; CHAVES, A. S.; CESAR, A. S. M.; TULIO, R. R.; MEDEIROS, S. R.; MOURÃO, G. B.; ROSA, A. N.; FEIJÓ, G. L. D.; ALENCAR, M. M.; LANNA, D. P.D. Fefficiency indexes and their relationships with carcass, non-carcass and meat quality traits in Nellore steers. *Meat Science*, v. 116, n.3, p. 78-85, 2016.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids*. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 362p.
- NTAMBI, J. M. Regulation of stearyl-CoA desaturase by polyunsaturated fatty acids and cholesterol. *Journal of Lipid Research*, v.40, n.9, p.1549-1558, 1999.
- OLIVEIRA, R. L.; LADEIRA, M. M.; BARBOSA, M. A. A. F.; ASSUNÇÃO, D. M. P.; MATSUSHITA, M.; SANTOS, G. T. Ácido linoleico conjugado e perfil de ácidos graxos no músculo e na capa de gordura de novilhos bubalinos alimentados com diferentes fontes de lipídios. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, n.1, p.169-178, 2008.
- OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.292-300, 2009 (supl. especial).
- PAULA, E. F. E.; SANTANA, M. H. A.; MONTEIRO, A. L. G.; KULIK, C. H.; KOWALSKI, L. H.; CRUZ, T. A. Consumo alimentar residual em ovinos. *Acta Tecnológica*, v.8, n.1, p.12-21, 2013.
- PREUSS, M.B.; ROHLFES, A.L.B.; BACCAR, N.M.; MARQUARDT, L.; OLIVEIRA, M.S.R.; SCHNEIDER, R.C.S. Ácido Linoleico Conjugado: uma breve revisão. *Revista Jovens Pesquisadores*, v.3, n.2, p.134-146, 2013.
- RADMANN, E. M.; COSTA, J. A. V. Conteúdo lipídico e composição de ácidos graxos de microalgas expostas aos gases CO₂, SO₂ e NO. *Química Nova*, v.31, n.7, p.1609-1612, 2008.
- SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: Fatty and composition of meat. *Livestock Production Science*, v.77, n.2, p.187-194, 2002.

- SAÑUDO, C.; ENSER, M. E.; CAMPO, M. M.; NUTE, G. R.; MARÍA, G.; SIERRA, I.; WOOD, J. D. Fatty acid composition and fatty acid characteristics of lamb carcass from Britain and Spain. *Meat Science*, v.54, n.4, p.339-346, 2000.
- SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M.; MILLER, M. F.; CROUSE, J. D.; REAGAN, J. O. An evaluation of tenderness of the Longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. *Journal of Animal Science*, v.69, n.1, p.171-177, 1991.
- SILVA SOBRINHO, A. G.; OSÓRIO, J. C. S. *Aspectos quantitativos da produção de carne ovina*. In: Sobrinho, A.G.; Sañudo, C.; Osório, J.C.S.; Campo Arriba, M.M.; Osório, M.T.M. Produção de carne ovina. Jaboticabal: Funep, p.97-119, 2008.
- SILVA, R. M.; RESTLE, J.; MISSIO, R. L.; LAGE, M. E.; PACHECO, P. S.; BILEGO, U. O.; PÁDUA, J. T.; FAUSTO, D. A. Perfil de ácidos graxos da carne de novilhos europeus e zebuínos alimentados com milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.49, n.1, p.63-70, 2014.
- SNIFFEN, C. J.; CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P.; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE – SAS Institute. *Statistical Analysis System*. SAS versão 9.2. Cary: SAS Inst. Inc., 2009.
- ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: Seven dietary factors. *The Lancet*, v.338, n.8773, p.985-992, 1991.
- USDA/AMS. *United States Standards for Grades of Carcass Beef*. 1997.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. Prerigor and postrigor changes in tenderness of ovine longissimus muscle. *Journal of Animal Science*, v.72, n.5, p.1232-1238, 1994.
- ZEOLA, N. M. B. L.; SILVA SOBRINHO, A. G.; GONZAGA NETO, S.; MARQUES, C. A. T. Composição centesimal da carne de cordeiros submetidos a dietas com diferentes teores de concentrado. *Ciência Rural*, v.34, n.1, p.253-257, 2004.
- ZEOLA, N. M. B. L.; SOUZA, P. A.; SOUZA, H. B. A.; SILVA SOBRINHO, A. G. Parâmetros qualitativos da carne ovina: um enfoque à maturação e marinação. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, v.102, n.563-564, p.215-224, 2007.
- ZORZI, K.; BONILHA, S. F. M.; QUEIROZ, A. C.; BRANCO, R. H.; SOBRINHO, T. L.; DUARTE, M. S. Meat quality of young Nellore bulls with low and high residual feed intake. *Meat Science*, v.93, n.3, p.593-599, 2013.