

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE EFICIÊNCIA
ALIMENTAR E CRESCIMENTO EM OVINO DORPER**

José Eduardo da Silva Lopes

Zootecnista

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE EFICIÊNCIA
ALIMENTAR E CRESCIMENTO EM OVINO DORPER**

Discente: José Eduardo da Silva Lopes

Orientador: Prof. Dr. Josineudson Augusto II de Vasconcelos Silva

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento Animal.

2022

L864a Lopes, José Eduardo da Silva

 Avaliação de Características de Eficiência Alimentar e Crescimento em Ovino Dorper / José Eduardo da Silva Lopes. -- Jaboticabal, 2022

 78 p. : il., tabs.

 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

 Orientador: Josineudson Augusto II de Vasconcelos Silva

 1. Eficiência Alimentar. 2. Carcaça. 3. Confinamento (Animais). 4. Ovinos. I. Título

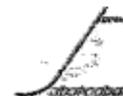
Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.
Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,
Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



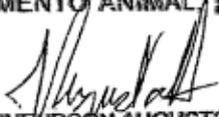
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE EFICIÊNCIA ALIMENTAR E CRESCIMENTO EM OVINO DORPER

AUTOR: JOSÉ EDUARDO DA SILVA LOPES

ORIENTADOR: JOSINEUDSON AUGUSTO II DE VASCONCELOS SILVA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em GENÉTICA E MELHORAMENTO ANIMAL, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. JOSINEUDSON AUGUSTO II DE VASCONCELOS SILVA (Participação Virtual)
Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal / FMVZUNESP BotucatuSP


Prof. Dr. DANISIO PRADO MUNARI (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia e Ciências Exatas / FCAV UNESP Jaboticabal


Dr. RICARDO LOPES DIAS DA COSTA (Participação Virtual)
Pesquisa Científica / IZ/APTA - Instituto de Zootecnia

Jaboticabal, 01 de julho de 2022

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

José Eduardo da Silva Lopes, filho de Gleicom Donizete Lopes e Sueli Aparecida da Silva, nasceu no município de Conchas - São Paulo em 18 de outubro de 1997. Em fevereiro de 2016 iniciou o curso de Bacharelado em Zootecnia na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), campus Botucatu, obtendo o título de Bacharel em Zootecnia em julho de 2020. Durante o curso de graduação foi bolsista de iniciação científica pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Em agosto de 2020 iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento Animal da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV-UNESP), campus Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Josineudson Augusto II de Vasconcelos Silva. Durante a realização do curso de mestrado foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

EPÍGRAFE

**“O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia.”
(Robert Collier)**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho inicialmente a **Deus**, por todas as promessas que se cumprem em minha vida!

Dedico a minha **família** por serem o sustento e o pilar da minha trajetória!

De maneira especial, dedico este ciclo a minha avó **Salina Lopes de Almeida** (*in memoriam*) que sempre acreditou na força da fé e na realização dos meus sonhos!

AGRADECIMENTOS

A **Deus** pela presença e proteção constante em minha vida.

A **Nossa Senhora Aparecida** por sempre me conceder as graças e proteções divinas.

A minha **família** que sempre me incentivaram e não mediram esforços para contribuir em minha formação até aqui.

Aos meus pais **Gleicom Donizete Lopes** e **Sueli Aparecia da Silva**, por toda contribuição aos meus estudos, pelo imenso carinho, dedicação e pelo grande incentivo.

Aos meus irmãos **Miqueias Henrique da Silva Lopes**, **Gleivison Felipe da Silva Lopes** e **Maria Laura da Silva Lopes**, por toda paciência, carinho e descontrações.

A **Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV-UNSP)**, pela valiosa oportunidade de realizar o curso de mestrado.

A **Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ-UNESP)**, por todo apoio estrutural e acadêmico na realização deste trabalho.

Ao meu orientador **Josineudson Augusto II de Vasconcelos Silva**, pela confiança, orientação, dedicação, paciência e sobre tudo pelo companheirismo durante esse período.

As minhas grandes amigas e companheiras de pesquisas **Amanda Maiorano** e **Paola Perez Bóscollo**, por todo incentivo, ajuda, dedicação e forte companheirismo durante todo o período de pós-graduação.

A **Cabanha Arai Zumbi** (Fazenda Monjolão, Pardinho-São Paulo), na pessoa do **Sr. Helcio de Souza**, pela disponibilidade e grande contribuição na realização do presente estudo. Muito obrigado pela confiança em meu trabalho.

A **Associação Rural de Lençóis Paulista**, na pessoa do presidente **Sr. José Prado**, pela disponibilidade e fornecimento da estrutura física pra realização do presente estudo.

Ao **Departamento de Reprodução Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ-UNESP)**, em nome da Profa. Eunice Oba, Stella Tironi, Renan Denadai, Andressa Filaz e Eduardo Rossi, pela contribuição nas análises reprodutivas.

Aos **docentes e pesquisadores** por toda contribuição e dedicação na transferência de conhecimentos profissional e pessoal durante todo o período.

Aos **funcionários e técnicos administrativos** da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, por toda dedicação e paciência durante todo o processo burocrático do curso.

Aos companheiros e amigos do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento Animal (FCAV-UNESP), pela contribuição e troca de conhecimentos durante a realização do curso.

Aos alunos de graduação pelo apoio e contribuição efetiva na realização do presente estudo.

A **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pelo apoio e recurso financeiro disponibilizado – Código de Financiamento 001.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS.....	ii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	iii
LISTA DE TABELAS.....	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
CAPÍTULO 1 - Considerações gerais.....	1
1. Introdução.....	1
2. Objetivo Geral.....	2
3. Revisão de Literatura.....	3
3.1. Ovinocultura.....	3
3.2. Raça Dorper.....	5
3.3. Eficiência Alimentar.....	7
3.4. Consumo alimentar residual e sua relação com o desempenho animal.....	13
3.5. Consumo e ganho residual e sua relação com o desempenho animal.....	15
3.6. Características de Carcaça.....	16
3.7. Medidas Morfométricas e Índices Zoométricos.....	19
4. Referências.....	21
CAPÍTULO 2 – Eficiência na utilização do alimento e sua relação com características de interesse em ovinos Dorper.....	33
RESUMO.....	33
ABSTRACT.....	34
1. Introdução.....	35
2. Material e Métodos.....	37
2.1. Animais e Alimentação.....	37
2.2. Características Estudadas.....	39
2.3. Escolha do Modelo.....	41
2.4. Análises Estatísticas.....	41
3. Resultados.....	42
4. Discussão.....	50
5. Conclusão.....	58
6. Referências.....	58

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS



ATESTADO

Atesto que o Projeto "Avaliação de características de eficiência alimentar e crescimento em ovinos da Raça Dorper" **Protocolo CEUA 0013/2021**, a ser conduzido por José Eduardo da Silva Lopes, responsável/orientador Josineudson Augusto II de Vasconcelos Silva, para fins de pesquisa científica/ensino - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal - CONCEA.

Finalidade	PESQUISA CIENTÍFICA
Vigência do projeto	22/02/2021 a 21/05/2021
Nome Comum / Espécie / Linhagem	//
Raça	
Nº de animais machos	0
Nº de animais fêmeas	0
Nº de animais sexo indefinido	0
Peso médio de animais machos	0
Peso médio de animais fêmeas	0
Peso médio de animais sexo indefinido	0
Idade	ano(s) e 0 mes(es) e 0 dia(s).
Procedência	Cabanha Arai Zumbi, Fazenda Monjolão

Projeto de Pesquisa aprovado em reunião da CEUA em 17/02/2021

JOSÉ NICOLAU PRÓSPERO PUOLI FILHO
Presidente da CEUA da FMVZ, UNESP - Campus de Botucatu

LISTA DE ABREVIATURAS

°C – graus Celsius

AC – Altura de cernelha

AG – Altura de garupa

AOL – Área de olho de lombo

BIC – Critério de informação Bayesiano

CA – Conversão alimentar

CAR – Consumo alimentar residual

CC – Comprimento corporal

CC1 - Capacidade corporal 1

CC2 – Capacidade corporal 2

CEUA – Comitê de Ética no Uso de Animais

CGR – Consumo e ganho residual

cm² - Centímetro quadrado

CMS – Consumo de matéria seca

CMSpred. – Consumo de matéria seca predito

Cwb - Clima subtropical de altitude

DP – Desvio-padrão

EA – Eficiência alimentar

EAB – Eficiência alimentar bruta

EE- Extrato etéreo

EGS - Espessura de gordura subcutânea

FDA – Fibra em detergente ácido

FDN – Fibra em detergente neutro

g – Grama

GMD – Ganho médio diário

GMDobs. - Ganho médio diário observado

GMDpred. – Ganho médio diário predito

GMDR – Ganho médio diário residual

h - Horas

IC – Índice corporal

IDDINI – Idade inicial

IMS – Ingestão de matéria seca

IMSobs. – Ingestão de matéria seca observado

IMSpred. – Ingestão de matéria seca predito

kg – Quilograma

LG – Largura de garupa

log – Logaritmo

LT – Largura de tórax

m - Metros

MM - Matéria mineral

mm – Milímetro

MS – Matéria seca

NDT – Nutrientes digestíveis totais

PB – Proteína bruta

PF – Peso final

PI – Peso inicial

PMM – Peso médio metabólico

PO - Puro de origem

PT – Perímetro torácico

PV – Peso vivo

r – Correlação

R² - Coeficiente de determinação

TCR – Taxa de crescimento relativo

TK – Taxa de Kleiber

VIF - Fatores de inflação de variância

β_0 – Intercepto da equação

β_1 – Coeficiente de regressão do ganho médio diário

β_2 - Coeficiente de regressão do peso médio metabólico

ε – Residual da equação

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química da dieta total fornecida aos ovinos em porcentagem (%) de matéria seca.....	38
Tabela 2 - Modelos de equações utilizados na regressão linear múltipla para estimar o consumo de matéria seca, para o cálculo do consumo alimentar residual (CAR).....	43
Tabela 3 - Modelos de equações utilizados na regressão linear múltipla para estimar o ganho médio diário, para o cálculo do ganho médio diário residual (GMDR).....	44
Tabela 4 - Média, desvio-padrão (DP), mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV, %) para as características de desempenho, eficiência alimentar, carcaça e morfométricas de 24 ovinos Dorper.....	45
Tabela 5 - Média, erro padrão e coeficiente de variação para características de desempenho, eficiência alimentar, carcaça e morfométricas de ovinos Dorper classificados como baixo, médio e alto consumo alimentar residual (CAR).....	47
Tabela 6 - Média, erro padrão e coeficiente de variação para características de desempenho, eficiência alimentar, carcaça e morfométricas de ovinos Dorper classificados como baixo, médio e alto consumo e ganho residual (CGR).....	48
Tabela 7 - Coeficiente de correlação de Pearson do consumo alimentar residual (CAR), e consumo e ganho residual (CGR) e características de desempenho, eficiência alimentar, carcaça e morfométricas em ovinos Dorper.....	50

AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS DE EFICIÊNCIA ALIMENTAR E CRESCIMENTO EM OVINOS DORPER

RESUMO - O custo da produção animal ainda é elevado, particularmente relacionado a alimentação dos animais, sendo imprescindível a melhora da eficiência na utilização do alimento. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o potencial de utilização do alimento em ovinos Dorper, classificados em relação ao consumo alimentar residual (CAR) e consumo e ganho residual (CGR), correlacionando-a com características de interesse zootécnico. Foram utilizados 24 ovinos (12 machos e 12 fêmeas), com idade e peso inicial médio de $144 \pm 12,5$ dias e $32,79 \pm 5,54$ kg, alojados em baias individuais e submetidos ao teste de eficiência alimentar com duração total de 70 dias (14 dias de adaptação e 56 dias de teste efetivo). Os animais foram alimentados de forma *ad libitum* duas vezes ao dia, na forma de dieta total, constituída de 35% volumoso e 65% concentrado, mantendo a sobra de alimento fornecido diariamente em 10%. Ao final do teste os animais foram classificados em eficientes (n = 7), intermediário (n = 10) e menos eficientes (n = 7) ao CAR e eficientes (n = 8), intermediários (n = 9) e menos eficientes (n = 7) para CGR. Comparações de médias entre as classes definidas de CAR e CGR foram realizadas pelo teste Tukey-Kramer, para as características de eficiência alimentar, desempenho, morfométricas e carcaça. O coeficiente de correlação de Pearson (ajustada ao sexo) foi estimado entre o CAR e CGR e todas as características estudadas. Significância menor que 0,05 foi considerada nas análises estatísticas. A diferença média na ingestão de matéria seca (IMS) entre as classes eficientes e menos eficientes ao CAR foi de 0,210 kg MS/dia (1,22 vs. 1,43 kg MS/dia), observando diferença de 17,2% no consumo diário entre as classes ($p < 0,05$). Entre as classes de CGR não foram observadas diferenças no consumo ($p > 0,05$). As características de carcaça avaliadas por ultrassonografia foram semelhantes entre as classes de CAR e CGR ($p > 0,05$), demonstrando que o acabamento da carcaça não é alterado devido a eficiência alimentar. O CAR exibiu correlação positiva com a IMS (0,49, $p < 0,05$) e IMS expressa em peso corporal e peso metabólico (0,69 e 0,83, respectivamente) e correlação negativa com ganho médio diário residual (GMDR), GGR e índice corporal (IC) (-0,47, -0,86 e -0,42, respectivamente). O CGR exibiu correlação positiva com eficiência alimentar bruta (EAB) e GMDR (0,55, 0,86, respectivamente) e negativa com IMS expressa em peso metabólico, conversão alimentar (CA) e CAR (-0,47, -0,55 e -0,86, respectivamente). Ovinos eficientes da raça Dorper ao CAR apresentam significativa redução na ingestão de matéria seca. Os animais eficientes tanto ao CAR quanto ao CGR apresentaram desempenho satisfatórios em ganho de peso e sem alterações na estrutura física e nas características de carcaça avaliadas por ultrassonografia.

Palavras-chave: carcaça, consumo alimentar residual, consumo e ganho residual, *Ovis aries*, produção eficiente

EVALUATION OF FOOD EFFICIENCY AND GROWTH CHARACTERISTICS IN DORPER SHEEP

ABSTRACT – The cost of animal production is still high, particularly related to feed, making it essential to improve efficiency in the use of food. In this context, the objective of this study was to evaluate the potential of feed utilization in Dorper lambs, classified according to residual feed consumption (RFI) and residual consumption and gain (RIG), correlating it with zootechnical characteristics. Twenty-four lambs (12 male and 12 female), with mean age and initial weight of 144 ± 12.5 days and 32.79 ± 5.54 kg, were housed in individual pens and tested for feed efficiency for a total duration of 70 days (14 days of adaptation and 56 days of actual testing). The lambs were fed ad libitum twice a day, in the form of a total diet, consisting of 35% volume and 65% concentrate, keeping the leftover food provided daily at 10%. At the end of the test, the lambs were classified as efficient ($n = 7$), intermediate ($n = 10$) and less efficient ($n = 7$) for RFI and efficient ($n = 8$), intermediate ($n = 9$) and less efficient ($n = 7$) for RIG. Mean comparisons between the defined RIF and RIG classes were performed by the Tukey-Kramer test for feed efficiency, performance, morphometric and carcass traits. Pearson's correlation coefficient (adjusted for sex) was estimated between RIF and RIG and all traits studied. Significance less than 0.05 was considered in the statistical analyses. The mean difference in dry matter intake (DMI) between RIF efficient and less efficient classes was 0.210 kg DM/day (1.22 vs. 1.43 kg DM/day), observing 17.2% difference in daily intake between classes ($p < 0.05$). No differences in consumption were observed between RIG classes ($p > 0.05$). Carcass characteristics evaluated by ultrasonography were similar between RIF and RIG classes ($p > 0.05$), demonstrating that carcass finish is not altered due to feed efficiency. RFI exhibited positive correlation with DMI (0.49, $p < 0.05$) and DMI expressed in body weight and metabolic weight (0.69 and 0.83, respectively) and negative correlation with mean daily residual gain (ARDG), RIG and body indece (BIN) (-0.47, -0.86 and -0.42, respectively). RIG exhibited positive correlation with gross feed efficiency (GFE) and ARDG (0.55, 0.86, respectively) and negative correlation with DMI expressed as metabolic weight, feed conversion (FC) and RIF (-0.47, -0.55 and -0.86, respectively). Efficient sheep of the Dorper breed at RIF show a significant reduction in dry matter intake. The efficient animals both at RIF and RIG showed satisfactory performance in weight gain and no changes in physical structure and carcass characteristics evaluated by ultrasonography.

Keywords: carcass, residual feed intake, residual intake and gain, *Ovis aries*, efficient production

CAPÍTULO 1 - Considerações gerais

1. Introdução

A produção de ovinos encontra-se presente em todo o mundo. Considerada como importante fonte de proteína animal de qualidade, contribui significativamente para o desenvolvimento econômico das regiões (EMBRAPA, 2018), evidenciada, contudo, pela produção de alimentos que deve aumentar em aproximadamente 70%, tratando-se de uma ampliação em 200 milhões de toneladas apenas no tocante à proteína de origem animal (FAO, 2017).

Considerando que cerca de 25,6 milhões de brasileiros nunca experimentou carne de origem ovina, o Brasil exhibe forte potencial de crescimento na produção de ovinos para corte (EMBRAPA, 2019). A potencialidade produtiva do país na produção ovina é comprovada pela extensa ampliação do mercado consumidor, pelas diversas vantagens específicas da espécie, associada a grande disponibilidade de raças e cruzamentos, além da vasta extensão territorial (Tino, 2016). Condições que justificam a oportunidade de expansão e estruturação da cadeia produtiva e desta forma maior rentabilidade econômica à atividade.

A utilização de cordeiros em confinamento vem sendo bastante empregada no processo de terminação, pois a categoria demonstra maior eficiência produtiva, dado o rápido crescimento corporal, além de apresentar maior rendimento de carcaça (Pires et al., 2000). Contudo, a nutrição é responsável por até 65% do custo total de produção (Cabral et al., 2008), podendo tornar a prática de terminação em confinamento economicamente inviável.

Desta maneira, umas das estratégias para minimizar o custo de produção é a identificação e seleção de animais biologicamente eficientes na utilização dos nutrientes, pois o custo exhibe relação direta com a quantidade de matéria seca ingerida diariamente pelo animal e pela aptidão individual em direcionar os nutrientes para a produção de carne, ou seja, produto final (Santos e Pérez, 2000).

A eficiência biológica do animal na utilização dos recursos alimentares está relacionada com a sua capacidade em direcionar e converter o alimento consumido

em produto final, proporcionando redução de forma significativa nos custos de produção, o que viabiliza economicamente a atividade (Viana e Silveira, 2009).

A identificação de animais com melhores índices de eficiência alimentar imprime benefícios diretos à lucratividade da propriedade, além de permitir redução na produção de dejetos e gases de efeito estufa, como o metano, proporcionando menores influências negativas ao meio ambiente, tais como a contaminação do solo e fontes de água, além de provocar elevação do aquecimento global (Yeaman, Waldron e Willingham, 2013). Desta forma, é indispensável a identificação e seleção de animais biologicamente eficientes na utilização dos recursos alimentares, pois não contribuem apenas na melhoria econômica do sistema, mas também na sustentabilidade da produção animal, auxiliando no estabelecimento de uma pecuária cada vez mais sustentável.

A relação entre os diferentes índices de eficiência alimentar e outras características de interesse econômico é de extrema importância, pois investiga potenciais fatores antagonistas e comprometimento no desempenho quantitativo e qualitativo dos animais, como características de carcaça, por exemplo. Deste modo, correlacionar características de eficiência alimentar com medidas fenotípicas de simples mensuração na propriedade pode contribuir na identificação de animais eficientes.

Portanto, em se tratando de ovinos, novas pesquisas, metodologias de avaliação e incorporação de medidas de eficiência alimentar são ações importantes para o desenvolvimento da cadeia produtiva

2. Objetivo Geral

O objetivo deste estudo é identificar e avaliar o potencial de desempenho da raça Dorper, bem como a relação fenotípica entre a eficiência na utilização do alimento e as características de desempenho, morfométricas, carcaça e reprodutivas, utilizando dados fenotípicos de um grupo animal da raça Dorper participantes de teste de eficiência alimentar.

3. Revisão de Literatura

3.1. Ovinocultura

A ovinocultura visa à criação sustentável de ovinos para obtenção de produtos de origem animal de qualidade, como carne, leite, lã e couro, visando aspectos econômicos e socioambientais. A espécie ovina (*Ovis aries*) é considerada um pequeno ruminante que apresenta grandes vantagens e alta adaptabilidade a diversas condições climáticas, capaz de transformar alimentos fibrosos, de baixa qualidade nutricional, em produtos de alto valor biológico (Medeiros, 2009).

Mundialmente a criação de ovinos está em crescente desenvolvimento, sendo importante economicamente em diversas nações (NRC, 2006). Segundo estimativas da FAO (2020), o número de ovinos no mundo é de 1.237.608.071 animais, com crescimento significativo de 3,39% entre os anos de 2014 e 2019.

A China apresenta o maior rebanho mundial com 163 milhões de cabeças, seguido de Índia, Austrália, Nigéria e Irã com aproximadamente 74,3, 65,8, 47 e 41,3 milhões de cabeças, respectivamente (FAOSTAT, 2019). A produção mundial de carne ovina em 2019 foi de 13,03 milhões de toneladas, sendo os maiores produtores comerciais a China com 2,47 milhões de toneladas, a Austrália com 732 mil toneladas e a Nova Zelândia com 450 mil toneladas, segundo dados da FAO (2020).

O Brasil ocupa a 18ª posição no ranking mundial de tamanho efetivo do rebanho com aproximadamente 19,72 milhões de cabeças, sendo a região nordeste com o maior rebanho nacional com 13,5 milhões de cabeças, seguido da região sul (3,96 milhões), centro-oeste (1,04 milhões), sudeste (600,3 mil) e norte (595,9 mil), respectivamente (IBGE, 2020). O rebanho efetivo nacional obteve crescimento considerado de 3,9% entre os anos de 2018 e 2019.

Segundo dados do censo agropecuário realizado pelo IBGE (2020), nos últimos vinte anos o Brasil demonstrou um crescimento acentuado em seu rebanho, estimado em aproximadamente 31,5%. Neste período a região nordeste apresentou expansão, ao passo que a região sul exibiu redução significativa no número de

animais, com valores estimados em aproximadamente 40,7% e 30,2%, respectivamente.

Apesar do consumo nacional *per capita* anual ser baixo, próximo a 400 gramas, a ovinocultura nacional atua com foco principal na produção de animais destinados ao abate para produção de cortes cárneos. A procura e a demanda por carne ovina estão crescendo, de maneira que a produção nacional não está sendo suficiente para suprir a demanda (Tino, 2016). O país apresenta produção de aproximadamente 85 mil toneladas, encontrando-se na 25ª colocação dos maiores produtores mundiais (CNA, 2016).

Vale ressaltar que apesar do consumo *per capita* ser baixo, a produção brasileira ainda é insuficiente para suprir a demanda comercial interna, sendo necessária importação de carne ovina *in natura* de outros países, principalmente do Uruguai (MAPA, 2019). Contudo, os dados de produção e consumo podem estar comprometidos pelo abate informal dos animais (EMBRAPA, 2020), considerando que apenas 1% do rebanho efetivo é abatido no serviço de inspeção federal (EMBRAPA, 2018), fator tido como um dos principais entraves no desenvolvimento da cadeia produtiva ovina nacional.

Segundo Costa (2007), a ovinocultura nacional passou por transformação de mercado, passando de criação de subsistência para criação comercial e especializada, se inserindo de forma efetiva no agronegócio brasileiro. Contudo, a cadeia produtiva e industrial da ovinocultura brasileira ainda necessita de organização e estruturação efetiva e abrangente, para que de maneira concreta haja melhorias nos indicadores produtivos dos rebanhos, visto que grande parte do abate ocorre de maneira irregular e sem inspeção sanitária correta (Martins et al., 2016).

Visando suprir a demanda crescente pelo mercado consumidor e o maior desenvolvimento da cadeia produtiva, a ovinocultura de corte nacional tem como principais barreiras e desafios a serem superados os que seguem: aumento eficiente da produção; agregação de valor e diferenciação do produto; oferta e padronização constante do produto; além da tecnificação da atividade; pontos estes que permitirão avanços competitivos a outras carnes (Montossi et al., 2013).

Perante o número efetivo do rebanho nacional, a vasta disponibilidade de raças especializadas e adaptadas a diferentes tipos de sistemas, a grande

disponibilidade de áreas, a alta eficiência da espécie e a crescente demanda por proteína animal, a ovinocultura nacional apresenta grande potencial de crescimento dentro do mercado agropecuário brasileiro.

Diversas raças com aptidão a produção de carne contribuem efetivamente no desenvolvimento da ovinocultura nacional, de modo que um notável exemplo é a raça Dorper, que nos últimos anos vem se destacando pelo desempenho produtivo e reprodutivo em condições tropicais brasileiras.

3.2. Raça Dorper

A raça Dorper é originária da África do Sul e foi criada em 1942 por meio do cruzamento entre carneiros Dorset Horn com ovelhas Blackhead Persian, tendo como objetivo a obtenção de raça ovina de corte, capaz de produzir carcaça com elevada qualidade em regiões de clima tropical, imprimindo resistência a estresse térmico e verminoses (Campbell, 1989).

Os animais Dorper apresentam aptidão à produção de carne, pois demonstram características vantajosas como robustez, alto desempenho produtivo com alta taxa de crescimento e bom ganho de peso (190 a 330 g/dia) (Sousa e Leite, 2000), boas taxas reprodutivas (taxa de prolificidade de 1,4 cordeiro/parto) (Schoeman, 2000), além da superior qualidade da carcaça, expressa pela maior conformação cárnea e padronização dos cortes (Cloete et al., 2000). Em animais com peso vivo ao abate de 31,0 kg a 45,0 kg o rendimento de carcaça varia de 47% a 52% (Sousa e Leite, 2000).

Um animal adulto pode alcançar o peso de 110 kg quando macho e 70 kg de peso vivo quando fêmea. A raça é considerada semi-lanada, apresentando breve cobertura de lã no dorso, sendo a coloração padrão do corpo branca e da cabeça preta e tendo pigmentação total na vulva, ânus e nos cascos (Sousa e Leite, 2000) A Figura 2 demonstra aspectos gerais da conformação e padrão racial dos animais.



Figura 1. Exemplar macho (esquerda) e fêmea (direita) de ovinos da raça Dorper.

No final da década de 1990 alguns animais da raça foram importados e introduzidos na região nordeste brasileira pela Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A. – Emepa, que a princípio estudou sua adaptabilidade às condições semi-áridas da região, com o propósito de utilizar este genótipo em cruzamentos com raças nativas, visando suas boas características reprodutivas e produtivas (Rosanova et al., 2005).

A raça Dorper pode ser encontrada e criada em todo o território nacional principalmente pela alta capacidade adaptativa ao clima tropical. Devido à adaptabilidade às condições brasileiras, apresenta ciclo estral o ano inteiro, o que permite alcançar até três partos em dois anos, colaborando positivamente com a viabilidade da criação ovina (Granados, 2006).

Atualmente a raça é muito utilizada em cruzamentos industriais, pois expressa boa conformidade de carcaça, conferindo a sua progênie mestiça maior homogeneidade dos cortes. Sousa et al. (2008) recomendam a raça Dorper como ótima alternativa paterna em cruzamentos industriais.

De acordo com a Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO), em 2009 o país apresentava apenas 35 mil ovinos da raça Dorper registrados. Em 2018 exibiu um crescimento de 350%, quando o Brasil alcançou o maior rebanho puro de origem (PO) da raça fora da África do Sul, com rebanho de 122.500 animais. Atualmente existem mil criadores, presentes em 21 estados brasileiros, com aproximadamente 155 mil animais registrados, sendo que o estado de São Paulo

demonstra a maior concentração de ovinos Dorper do país, contando com um total de 22% do número de animais registrados no país.¹

3.3. Eficiência Alimentar

Na atividade pecuária, a maior parte do custo de produção está relacionada com a quantidade de matéria seca consumida diariamente pelo animal. Isto significa que a maior proporção dos recursos financeiros é destinada a alimentação dos indivíduos, chegando a 65% das despesas em ovinos confinados (Cabral et al., 2008).

Visando maior lucratividade, menor impacto ambiental e uma produção sustentável, Mendes e Campos (2016), sugerem a seleção de animais com maior eficiência alimentar. Por intermédio do melhoramento genético é possível ampliar a relevância da eficiência alimentar no rebanho e favorecer a diminuição dos custos econômicos (Begli et al., 2018; Asher et al., 2018).

O animal biologicamente eficiente é aquele que apresenta maior eficiência na utilização e direcionamento do alimento para a produção do produto final (carne, leite ou lã) e refere-se à quantidade de alimento consumido que será convertido em produto final (Castro et al. 2007).

A eficiência no direcionamento dos recursos nutricionais consumidos não contribui apenas com a viabilidade econômica do sistema. Por meio da redução dos custos, coopera, contudo, expressivamente na sustentabilidade da pecuária, pois apresenta redução na produção de dejetos e na emissão de gases negativos ao ambiente, como o metano, além de imprimir redução na área de plantações e pastagens (Gomes et al., 2012).

De acordo com a terminologia da eficiência alimentar, Santana (2009) sugere que indivíduos menos eficientes na utilização dos nutrientes, apresentam maiores taxas catabólicas, utilizando maior quantidade de energia para manutenção, direcionando menor proporção de energia para produção.

¹ Associação Brasileira dos Criadores de Dorper e White Dorper, palestra apresentada no dia 05 de mai. de 2021.

Diferentes fatores como sexo, raça, estado fisiológico, idade, composição do ganho de peso, ingestão de alimento, taxas de digestão e absorção, além de condições ambientais, acarretam influências significativas sobre a eficiência alimentar dos indivíduos (Paula, 2011).

Existe diversas maneiras de mensurar a eficiência alimentar (EA) de um rebanho, a qual deve ser realizada individualmente, por meio de equipamentos automáticos ou alojamento individual, por determinado período, mensurando a quantidade de alimento ingerido e o ganho de peso periódico. Este processo depende de mão de obra e estrutura específica, tornando-o processo oneroso, embora não deixe de ter grande importância para a produção animal.

Entre as características empregadas para determinar a eficiência alimentar, existem a eficiência alimentar bruta, conversão alimentar, taxa de crescimento relativo e taxa de Kleiber, que por um longo período foram amplamente utilizadas, resultando em animais com maior consumo e tamanho corporal, pois estão prontamente relacionadas ao ganho médio diário e taxa de crescimento dos animais (Herd et al., 2003). Outros índices de eficiência alimentar aplicados na avaliação animal são: consumo alimentar residual, ganho médio diário residual e consumo de matéria seca por dia, todas consideradas medidas efetivas na seleção de indivíduos biologicamente eficientes (Mendes e Campos, 2016).

As medidas utilizadas na pecuária de corte para avaliação da eficiência alimentar individual dos animais descritos na literatura são:

Eficiência Alimentar Bruta (EAB): expressa a quantidade de peso ganho com o consumo de 1 quilograma (kg) de alimento na matéria seca. Quanto mais alto for o valor da EAB, melhor, pois maior será a eficiência do animal, ou seja, mais eficiente é o indivíduo (Gomes et al., 2012). É a razão entre o ganho médio diário (GMD) e a ingestão de matéria seca (IMS), expresso em grama de ganho por kg de matéria seca consumida.

$$EAB = GMD/IMS$$

Conversão Alimentar (CA): medida de EA muito implantada em sistemas de seleção animal, principalmente na agropecuária de corte (Smith; Davis; Loerch, 2010). Contudo, animais selecionados em relação a CA, tendem a expressar maior taxa de crescimento, apresentando conseqüentemente maior peso a maturidade e desta forma maiores exigências nutricionais (Archer et al., 1999).

Expressa a ingestão necessária de alimento para produção de 1 kg de produto final; sendo assim, quanto menor o valor de CA, melhor a eficiência do indivíduo. É a razão entre a IMS e o GMD de determinado animal, expresso em kg de MS por grama de ganho (Gomes et al., 2012).

$$CA = IMS/GMD$$

Taxa de Crescimento Relativo (TCR): considerada medida indireta da EA, foi proposta por Fitzhugh Jr. e Taylor (1971) e expressa a capacidade de crescimento do animal relativo à sua maturidade. Portanto, avalia a potencialidade de crescimento que um indivíduo imprime em relação à sua maturidade.

A medida indica que animais com maior grau de maturidade, relacionado a determinado intervalo de tempo, possivelmente seriam os mais eficientes, sendo seu valor maior favorável aos indivíduos.

A TCR revela a relação entre o peso e a maturidade individual, calculada por meio da diferença entre logaritmo do peso final (PF) e o logaritmo do peso inicial (PI), dividido pelo intervalo de dias entre os respectivos pesos.

$$TCR = 100 \times (\log PF - \log PI) / \text{dias em teste}$$

Esta característica indica o crescimento do animal durante o período de avaliação. De acordo com Nkrumah et al. (2004), a TCR pode não identificar de maneira específica a diferença no uso energético entre os animais, pois eleva as exigências de manutenção dos indivíduos em consequência do aumento do tamanho corporal, causando a necessidade de maior ingestão de energia, principalmente em animais com idade mais avançada.

Para estimação do índice, não há a necessidade de mensuração individual da ingestão de alimento pelos animais, o que de certa maneira, pode justificar a dificuldade em estimar a utilização energética dos indivíduos.

Taxa de Kleiber (TK): índice que considera o peso médio metabólico (PMM) e o ganho médio diário, proposto inicialmente por Kleiber (1936). Identifica os animais com maior eficiência de crescimento relativa ao tamanho corporal. Valores mais altos são favoráveis, pois indicam maior diluição das exigências de manutenção, isso se dá pelo ganho de peso diário aumentar de acordo com o peso metabólico do animal, sem elevação do custo de energia de manutenção (Archer et al., 1999).

$$TK = GMD/PMM$$

O índice indica que o GMD aumenta em relação à elevação do peso vivo metabólico, expressando conseqüentemente em crescimento corporal elevado, sem a necessidade de gastos extras de energia de manutenção (Chaves, 2013).

A TK está relacionada ao GMD e taxa de crescimento, expondo o possível incremento considerável do consumo e tamanho corporal dos animais (Herd et al., 2003). Em sua estimativa, considera o ganho diário de peso e o peso vivo do animal. A seleção para TK acarretaria em indivíduos com maior tamanho corporal, exigindo desta forma maior consumo de alimento (Paula et al., 2013).

Assim como a TCR, a TK não requer a mensuração da ingestão individual de alimento, dificultando desta forma a estimativa efetiva da utilização energética dos animais (Nkrumah et al., 2004).

Consumo Alimentar Residual (CAR): proposto por Koch et al. (1963), é a diferença obtida entre a IMS observada (IMSobs) e a IMS predito (IMSpred), considerando as exigências nutricionais de manutenção e crescimento do animal.

Atualmente, entre as medidas de eficiência alimentar conhecidas, o CAR é a mais estudada e utilizada como critério de seleção, principalmente em animais de corte (Magnani et al., 2013). No Brasil estudos avaliando o CAR em ovinos tiveram início em 2013, com estudos de Paula et al. (2013), descrevendo a relação do CAR com características de crescimento e carcaça.

Os animais avaliados como eficientes apresentam valor para CAR negativo, configurando que a ingestão observada de alimento foi menor que a esperada para determinado nível de produção, apresentando maior vantagem econômica e lucratividade ao criador. Animais caracterizados com CAR positivo são determinados como indivíduos menos eficientes na utilização do alimento (Paula et al., 2013). De acordo com Asher et al. (2018), animais com menor CAR exibem menor IMS, menor produção de calor e menor ingestão de energia metabolizável comparados a animais com CAR positivo.

Para estimação do CAR são consideradas as variáveis GMD, IMS e PMM, utilizadas para obter a equação para determinada população avaliada (Gomes et al., 2012). A partir de equação é possível ponderar o IMSpred, permitindo aferir o CAR em si, que é expresso em kg de MS por dia:

$$\text{CAR} = \text{IMSobs} - \text{IMSpred}$$

O CAR é calculado por meio da regressão linear do consumo individual, considerando o PMM e o GMD, segundo equação:

$$\text{CMSpred} = \beta_0 + \beta_1(\text{GMD}) + \beta_2(\text{PMM}) + \varepsilon(\text{CAR})$$

Onde,

β_0 é o intercepto;

β_1 e β_2 são os coeficientes de regressão do ganho médio diário (GMD) e do peso médio metabólico (PMM), respectivamente;

e ε é o resíduo da equação (CAR).

Uma das vantagens do CAR é a sua independência com o tamanho corporal e taxa de crescimento que o animal apresenta. Independentemente do grau de crescimento e da maturidade do animal, a medida considera de maneira precisa o

uso dos alimentos pelos indivíduos (Corvino, 2010) e evita influências negativas sobre a eficiência reprodutiva do rebanho (Lanna et al., 2003).

Para mensuração do CAR e outras medidas de eficiência alimentar é necessário confinamento individualizado dos animais, permitindo mensuração individual do consumo ou utilização de sistemas eletrônicos de mensuração do consumo, além da necessidade de manutenção dos animais por período em testes de eficiência (Nascimento, 2018). A IMS é adquirida pela mensuração da quantidade de alimento consumido em relação a MS diária ofertada ao animal (Gomes et al., 2012).

Ganho médio diário residual (GMDR): O GMDR, proposto inicialmente por Koch et al. (1963), expressa a diferença entre o GMD observado (GMDobs) e o GMD predito (GMDpred). A estimativa do GMDpred é determinada usando equação matemática individualmente para cada animal considerando o GMD, a IMS e o peso vivo do lote testado, que é caracterizado pela estimativa do peso médio metabólico (PMM) de cada indivíduo (Berry; Crowley, 2012).

A medida GMDR é altamente correlacionada ao GMD e está relacionada a rápidas taxas de crescimento, entretanto não identifica diferenças no consumo entre os indivíduos, fator de grande importância na rentabilidade do sistema (Crowley et al., 2010).

A partir dos dados de GMD, IMS, e PMM individual é realizada equação que estima o GMDpred válida para a determinada população a ser avaliada (Gomes et al., 2012). Sendo assim, cada animal apresentará respectivo GMDobs e GMDpred, possibilitando o cálculo do GMDR, expresso em kg de peso corporal por dia:

$$\text{GMDR} = \text{GMDobs} - \text{GMDpred}$$

Segundo Berry e Crowley (2012), o GMDR está relacionado com a rápida taxa de crescimento do animal. Valores positivos e maiores para GMDR representa o indivíduo eficiente, apresentando ganhos superiores ao esperado no teste.

Consumo e Ganho Residual (CGR): com o objetivo de identificar animais com resultado superior na relação entre o ganho de peso e o consumo de matéria seca,

Berry e Crowley (2012) propõem a medida consumo e ganho residual, medida relevante na identificação de animais com crescimento acentuado.

O CGR é calculado envolvendo o GMDR e o CAR, corrigindo para variância igual a 1.

$$\text{CGR} = \text{GMDR} + [\text{CAR} \times (-1)]$$

Portanto, como o índice considera ambas as características, possibilita a identificação eficiente de animais com período de permanência em confinamento reduzido, ou seja, com maior desempenho em ganho médio diário, apresentando ainda consumo inferior ao esperado e sem diferenças no peso corporal adulto (Berry e Crowley, 2012).

Sabendo-se que valores maiores para este índice é o desejável, pois considera animais mais eficientes, a característica contribui de maneira expressiva na redução dos custos produtivos e conseqüentemente elevação dos rendimentos econômicos.

3.4. Consumo alimentar residual e sua relação com o desempenho animal

A avaliação do CAR em ovinos iniciou-se com trabalhos realizados por Snowder e Van Vleck (2003), Redden et al. (2011) e Redden et al. (2013), nos quais os autores destacam a importância da eficiência alimentar em ovinos, sobretudo relacionadas a questões econômicas do sistema, onde se possibilita avaliar e selecionar os animais com menores IMS, sem alterar consideravelmente o tamanho corporal adulto, ganho de peso e gasto energético. No Brasil, a avaliação do CAR em ovinos teve início com o trabalho de Paula et al. (2013), que investigaram sua relação com outras medidas de desempenho em cordeiros.

Os estudos com a característica CAR em ovinos apresentam estimativas de herdabilidade consideradas de valor moderado, passível de inclusão em programas de melhoramento genético, sendo descritos por François et al., (2002) e Snowder e Van Vleck (2003) valores iguais a 0,30 e 0,26, respectivamente.

Classificando ovelhas em eficientes e menos eficientes em relação ao CAR, Redden et al. (2011) observaram que o ganho de peso entre as classes era muito próximo. Entretanto, observou-se diferença de 20% no consumo dos animais. Paula et al. (2013), avaliando cordeiros da raça Ile de France, obtiveram diferenças significativas para CMS entre as classes de CAR, sendo positivamente correlacionadas ($r = 0,81$). Reduções significativas no consumo foram observados entre animais eficientes e menos eficientes quanto ao CAR nos estudos de Muro-Reyes et al. (2011) e Lima et al. (2017). Nascimento (2018) identificou diferença de 280 g/dia de CMS entre os animais menos eficientes (170g/dia) e eficientes (122,6 g/dia).

Em estudo realizado por Lima et al. (2017) identificou-se correlação positiva entre CAR e CMS igual a 0,41. Zhang et al. (2017) obtiveram correlação positiva de 0,51 entre CAR e CMS. Ambos os estudos descreveram correlação nula entre CAR e GMD e PVMM, ressaltando a hipótese da não ocorrência de alteração nas respectivas características.

Referente à correlação entre CAR e CA, Knot et al. (2010) identificaram no estudo correlação de 0,73, mostrando que cordeiros eficientes para CAR apresentam também melhor CA. Resultado semelhante foi obtido por Paula et al. (2013), em que se verificou correlação de 0,63. Analisando cordeiros Dorper, Paula et al. (2012) obtiveram correlação entre CAR e CA de 0,51. Redden et al. (2011), em estudo com animais da raça Targhee, descreveram redução de 15,9% na CA de animais de classe baixo CAR em comparação ao de alto CAR.

Para as medidas TCR e TK, Lima et al. (2017) obtiveram valores médios para as classes eficientes e menos eficientes ao CAR de 0,38 e 0,39%/dia e 20,48 e 19,78 g ganho/PVM, respectivamente. Valores diferentes foram observados por Crowley et al. (2010), que verificaram para as classes de CAR valores iguais a 0,13 e 0,14%/dia e 14,59 e 14,46 g ganho/PVM, respectivamente para TCR e TK. Em seu estudo, Paula et al. (2013) obtiveram TCR de 0,32 e 0,34%/dia e TK de 19,59 e 20,48 g ganho/PVM, respectivamente, para classe eficiente e menos eficiente de CAR. Nascimento (2018) não obteve estimativa de correlação significativa entre CAR e TCR e entre CAR e TK.

Entre as diversas vantagens da eficiência alimentar no sistema de produção pecuária, principalmente na contribuição da redução de custo, vale destacar a grande colaboração ao meio ambiente pela diminuição relevante na emissão de metano. Foi identificada correlação positiva entre CAR e emissão de metano (Hegarty et al., 2007), bem como os resultados de Muro-Reyes et al. (2011), que constataram que ovelhas com CAR negativo emitem menor quantidade de metano, sugerindo pela redução na quantidade de alimento fermentado. Autores Nkrumah et al. (2006), Hegarty et al. (2007), Fitzsimons et al. (2013), e Oliveira (2014) detectaram redução de metano que pode chegar de 12% a 30% entre as classes de CAR eficiente e menos eficiente.

Desta forma a identificação de animais eficientes é extremamente importante não apenas para redução dos custos produtivos pela redução na utilização de alimento e tempo de permanência em confinamento, mas constitui uma relevante ferramenta no estabelecimento de uma pecuária sustentável.

3.5. Consumo e ganho residual e sua relação com o desempenho animal

Com a intenção de identificar os animais que apresentem melhor relação entre ganho de peso e consumo o CGR foi proposto por Berry e Crowley (2012) e contribui diretamente na redução do tempo de permanência em confinamento.

A partir de 2014 estudos avaliando a eficiência alimentar por meio do CGR foram realizados em bovinos em crescimento (Favero, 2014; Fernandes, 2014; Grion et al., 2014) e em terminação (Nascimento et al., 2016; Takeda et al., 2018). Em ovinos os primeiros trabalhos publicados avaliando o CGR foram realizados a partir de 2017 pelos autores Lima et al. (2017), Carneiro et al. (2019) e Montelli et al. (2019).

De acordo com os autores, diferenças nas características de desempenho e eficiência alimentar foram identificadas entre as classes eficientes e menos eficientes ao CGR. Contudo, avaliando as características de peso corporal e carcaça, divergências não foram observadas entre os grupos de alto e baixo CGR.

Colocando cordeiros cruzados (Dorper x Santa Inês) em avaliação, Lima et al. (2017) encontraram diferenças significativa para EAB e CA entre as classes de alto e baixo CGR, sendo que animais de alto CGR apresentam maior EAB e menor CA. Em complemento, Nascimento et al. (2020) e Arce-Recinos et al. (2022), identificaram uma melhora significativa na CA de 16% e 17% em animais eficientes ao CGR. Exigindo em média 1 kg a menos de ração para um aumento de 1 kg de peso vivo em comparação com animais com baixo CGR.

Considerando o desempenho dos animais em ganho de peso, Arce-Recinos et al. (2022) encontraram uma diferença de 0,049 kg em GMD entre os animais eficientes e não eficientes ao CGR. Diferenças próximas às observadas por Lima et al. (2017), Carneiro et al. (2019) e Montelli et al. (2019), que notaram diferenças de 0,040, 0,050 e 0,044 kg/dia, respectivamente.

Animais cruzados (Dorper x Santa Inês) exibiram uma diferença de 14% no GMD e uma diferença de 7% na IMS (Montelli et al., 2019). Complementarmente, o mesmo autor em concordância com Nascimento et al. (2020) relataram uma melhor utilização do alimento por animais de alto CGR, provavelmente pela menor taxa de ruminação.

De acordo com trabalhos realizados anteriormente com diferentes raças de ovinos, as características de carcaça como AOL e EGS não são afetadas ou prejudicadas pelo nível de eficiência alimentar com relação ao CGR (Nascimento et al., 2020; Montelli et al., 2021; Arce-Recinos et al., 2022). Estes resultados podem nos indicar a ausência de relação entre o CGR e as medidas de carcaça.

À vista das relações positivas com o desempenho animal, a utilização da medida CGR apresenta-se como uma importante ferramenta para maximizar os ganhos econômicos da produção ovina, não apenas pela redução da quantidade de alimento e maior ganho de peso dos animais, mas consequentemente pela redução do tempo necessário para terminação em confinamento, a qual coopera significativamente para o desenvolvimento sustentável da produção animal.

3.6. Características de Carcaça

Um dos principais entraves e desafios que a ovinocultura de corte nacional enfrenta em relação ao crescimento da demanda é a indisponibilidade e falta de padronização das carcaças e corte cárneos disponibilizados ao mercado (Moreno, 2010). Nessa perspectiva, considerando como alternativa concreta no desenvolvimento de uma cadeia produtiva de carne competitiva, a avaliação de características de carcaça é evidentemente efetiva.

Segundo Tarouco (2005), a avaliação *in vivo* da carcaça, contribui significativamente para o sucesso econômico do sistema produtivo, pois investiga e determina o grau de acabamento e desenvolvimento muscular dos indivíduos.

A partir do objetivo de mensurar características de carcaça, existem diferentes maneiras de se realizar a avaliação, compreendendo técnicas mais simples, como apalpação corporal dos animais, observando principalmente o escore de condição corporal do animal, até técnicas mais desenvolvidas e práticas (Osório et al., 2014).

A avaliação por imagem vem sendo muito utilizada em pequenos ruminantes para determinação de características de interesse econômico. A utilização de ultrassonografia se fundamenta, primordialmente, na facilidade de leitura, custo relativamente baixo e acessível, além de benefícios diretos na identificação de animais superiores ao rendimento e acabamento de carcaça (Osório et al., 2014).

A técnica de ultrassonografia da carcaça mostra-se não invasiva, não apresentando quaisquer resíduos na carcaça, permitindo a leitura e mensuração em tempo real no animal vivo das principais características de qualidade de carcaça empregadas, sendo principalmente as medidas de área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea (Santos et al., 2016). Normalmente, a análise é realizada na porção dorsal, entre a 12^a e 13^a vértebra torácica, sob o músculo *Longissimus dorsi*, sendo que nesta posição são observadas as respectivas características:

Área de olho de lombo (AOL): característica relacionada favoravelmente com a musculatura na carcaça, conseqüentemente com o grau de rendimento (McManus et al., 2013), e de maneira síncrona ao peso corporal.

Espessura de gordura subcutânea (EGS): está relacionada ao grau de acabamento da carcaça e afeta diretamente a qualidade da mesma, sendo diretamente afetada de forma síncrona com o aumento da idade dos animais

(Santos et al., 2016). Imprescindivelmente, as carcaças devem apresentar cobertura mínima e bem distribuída de gordura, funcionando como agente de isolamento térmico, evitando possível perda da maciez pelo encurtamento excessivo das fibras musculares, ocasionado pelo processo de resfriamento (McManus et al., 2013).

Carcaças consideradas de boa qualidade, apresentam em sua composição total, alta proporção de músculo, baixa porção de ossos e quantidade adequada de gordura intramuscular, além de quantidade mínima e adequada de gordura subcutânea para proteção da carcaça e conseqüentemente manutenção da maciez e suculência (Marques et al., 2013).

Segundo Figueiredo et al. (2016), a mensuração das características de carcaça *in vivo* no próprio animal por meio de ultrassom permite identificação e seleção de animais jovens excluindo a exigência de abate, podendo ser utilizada como critério de seleção com o objetivo de melhoria genética do rebanho em relação a qualidade de carcaça, possibilitando, assim, efetivo progresso genético.

Estudando eficiência alimentar em cordeiros, Freitas et al. (2021), utilizando ultrassonografia, obtiveram valores de AOL e EGS iguais a 10,18 cm² e 1,57 mm, respectivamente. Recinos et al. (2022) não identificaram diferenças entre as classes de CAR para as características de carcaça; o mesmo foi observado por Nascimento et al. (2020) e Carneiro et al. (2019).

Souza et al. (2013) observaram valores médios para AOL de 17,0 cm² e EGS de 3,0 mm, resultados próximos aos obtidos por Souza et al. (2016), que identificaram valor de 16,6 cm² e 2,5 mm, respectivamente para EGS e AOL, analisando o mesmo cruzamento de raças (Dorper x Santa Inês).

Em cordeiros Ile de France, classificados em relação ao CAR, não se verificou diferenças para as características de carcaça, exibindo valores de 14,40 e 14,39 cm² para AOL e 5,8 e 5,9 mm para EGS, respectivamente para classe de alto e baixo CAR (Paula et al. 2013). Cordeiros Dorper avaliados em relação ao CAR apresentaram AOL de 17,15 e 17,57 cm² e EGS de 9,9 e 9,1 mm, respectivamente para as classes de alto e baixo CAR (Paula et al., 2012).

Segundo dados de Paula et al. (2012) e Paula et al. (2013) as características de carcaça não apresentam correlação fenotípica com o CAR. Isto posto, a seleção para eficiência alimentar não acarreta prejuízos ao acabamento e qualidade da

carcaça. Entretanto Knott et al. (2003) e Nascimento et al. (2016) obtiveram estimativa de correlação fenotípica negativa entre CAR e carcaças magras, propondo que animais eficientes ao CAR demonstram redução na deposição de gordura na carcaça.

3.7. Medidas Morfométricas e Índices Zoométricos

O conhecimento e compreensão dos aspectos de crescimento e desenvolvimento corporal dos animais são bastante relevantes, visto que respectivas medidas corporais influenciam diretamente o desempenho reprodutivo e produtivo dos animais (Gusmão Filho et al., 2009). São informações importantes para adequação dos manejos nutricionais, sanitários e programas de seleção, dado que indicam com certa precisão o momento ideal para abate (Souza et al., 2014), além de estimar futura conformação da carcaça (Fernandes et al., 2010).

A mensuração de medidas corporais é técnica não invasiva, com rápida e precisa avaliação, realizada em animais vivos, de fácil execução e que apresenta custo reduzido. Contudo, deve haver treinamento prévio do técnico para se evitar mensurações errôneas (Rosa et al., 2014). As medidas morfométricas, quando coletadas de maneira correta e em períodos específicos, possibilitam conhecer o perfil de desenvolvimento em diversas porções que constituem o exterior corporal do animal (Cyrillo et al., 2012).

A caracterização morfométrica do rebanho induz significativo aumento no rendimento econômico ao sistema, pois indica qual o melhor momento para abater o animal, excluindo permanência desnecessária em confinamento, além de predizer o peso, rendimento e conformação das carcaças (Souza et al., 2014).

As características morfométricas mais empregadas no desenvolvimento de banco de dados, destinados à avaliação individual dos animais são: comprimento corporal (CC), perímetro torácico (PT), altura de cernelha (AC) e altura de garupa (AG) (Souza et al., 2014). A relação entre diferentes medidas corporais e peso corporal constitui alguns índices zoométricos, utilizados para avaliação do

desempenho, aptidão e conformação dos animais (Bravo; Sepúlveda, 2010). São exemplos de índices utilizados, principalmente na produção de corte:

Capacidade Corporal 1 (CC1): relação entre o peso vivo e o comprimento do corpo (kg/cm), (Costa Junior et al., 2006).

$$CC1 = PV / CC$$

Capacidade Corporal 2 (CC2): relação entre o peso vivo e o perímetro torácico (kg/cm), (Costa Junior et al., 2006).

$$CC2 = PV/PT$$

Índice Corporal (IC): relação entre o comprimento corporal e perímetro torácico (Bravo; Sepúlveda, 2010).

$$IC = (CC / PT) * 100$$

Todos relacionados à capacidade de acréscimo de músculo na carcaça, além da potencialidade no desenvolvimento corporal (Araújo Filho et al., 2007).

As medidas morfométricas, além de apresentar diversas vantagens ao sistema produtivo, são empregadas no melhoramento genético animal, como critério de seleção em conjunto com outras informações (Gizaw et al., 2008). São ainda, apontadas na utilização em sistemas de melhoramento animal, por apresentar herdabilidade e correlações moderadas com outras características (Afolayan et al., 2007), principalmente características de onerosa e difícil mensuração.

De acordo com Bonacina et al. (2007), a correlação entre medidas *in vivo* e medidas de desempenho e rendimento como peso corporal e de carcaça, rendimento de carcaça e conformação, varia positivamente de moderada a alta. Outras medidas morfométricas *in vivo*, como altura de garupa, perímetro torácico e comprimento corporal apresentam-se altamente correlacionadas ao peso da carcaça fria (Pinheiro e Jorge, 2010).

Avaliando cordeiros cruzados (Ile de France x Ideal) Pinheiro et al. (2007) observaram valores médios para largura da garupa (LG), largura do tórax (LT), perímetro torácico (PT), altura da cernelha (AC) e altura da garupa (AG) de 20,50, 19,92, 80,50, 60,5 e 60,75 cm, respectivamente. Moreno et al. (2010), avaliando cordeiros Ile de France obtiveram valores iguais a 56,0, 25,23, 27,66, e 77,15 cm, respectivamente para comprimento corporal (CC), LT, LG e PT.

Cordeiros Santa Inês submetidos ao confinamento exibiram valores médios de 55,7, 15,8 e 70,7 cm, respectivamente para CC, LG e PT (Marques et al., 2008). Por outro lado, cordeiros Morada Nova em sistema intensivo demonstram PT de 80,7 cm, LG de 20,28 cm e LT de 25,56 cm (Lima, 2012). Avaliando a mesma raça, Medeiros et al. (2007) observaram valores médio para LG, CC e PT igual a 27,04, 57,94 e 74,94 cm, respectivamente, ressaltando que a raça não apresenta aptidão especializada em produção de carne.

No tocante aos índices corporais, Osório et al. (2005), Araújo Filho (2007), Pinheiro et al. (2007) e Moreno et al. (2010) obtiveram para compactidade corporal respectivamente os seguintes valores médios: 0,52, 0,53, 0,50 e 0,56 kg/cm, considerando diferentes raças de ovinos.

Especificamente, a conformação corporal da raça Dorper é compacta e profunda, fornecendo maior rendimento da carcaça, sendo especializada na produção de corte, dado o resultado do processo seletivo que priorizou seleção de animais com maior profundidade corporal (Cartaxo et al., 2017).

4. Referências

Ammoun I, Encinas T, Veiga-Lopez A, Ros JM, Contreras I, Gonzalez-Añover P, Cocero MJ, McNeilly AS, Gonzalez-Bulnes A (2006) Effects of breed on kinetics of ovine FSH and ovarian response in superovulated sheep. **Theriogenology** 66:896–905.

Araújo Filho JT, Costa RG, Fraga AB, Sousa WH, Gonzaga Neto S, Batista ASM, Cunha MGG (2007) Efeito de dieta e genótipo sobre medidas morfométricas e não constituintes da carcaça de cordeiros deslanados terminados em confinamento. **Revista Brasileira de saúde e produção animal** 8:394–404.

Arce-Recinos C, Ramos-Juarez JA, Hernandez-Cazares AS, Crosby-Galvan MM, Alarcon-Zúniga B, Miranda-Romero LA, Zaldívar-Cruz JM, Vargas-Villamil L, Aranda-Ibanez EM, Vargas-Bello-Perez E, Chay-Canul AJ (2022) Interplay between feed

efficiency indices, performance, rumen fermentation parameters, carcass characteristics and meat quality in Pelibuey lambs. **Meat Science** 183: 108670.

Archer JA, Richardson EC, Herd RM, Arthur PF (1999) Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: A review. **Australian Journal of Agricultural Research** 50:147-161.

ARCO - Associação Brasileira de Criadores de Ovinos. **Padrões Raciais** (2021). Disponível em: < <http://www.arcoovinos.com.br/index.php/mn-srgo/mn-padroesraciais>>. Acesso em: 08 out. 2021.

Asher A, Shabtay A, Cohen-Zinder M, Brosh A, Miron J (2018) Consistency of feed efficiency ranking and mechanisms associated with inter-animal variation among growing calves. **Journal of Animal Science** 96:990-1009.

Azambuja RCC, Cardoso FF, Yokoo MJI, Dionello NJL, Alves RM, Lôbo RNB (2012) Valores econômicos para características produtivas de ovinos: Desenvolvimento de objetivos e critérios de seleção em sistemas de produção baseados em pastagem nativa no bioma Pampa do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL. **Anais...** João Pessoa: SBMA, 2012.

Bartlewski PM, Baby TE, Giffin JL (2011) Reproductive cycles in sheep. **Animal Reproduction Science** 124:259–68.

Bartlewski PM, Beard AP, Cook SL (1999) Ovarian antral follicular dynamics and their relationships with endocrine variables throughout the oestrus cycle in breeds of sheep differing in prolificacy. **Journal of Reproduction and Fertility** 115:111-124.

Begli HE, Vaez Torshizi R, Masoudi AA, Ehsani A, Jensen J (2018) Genomic dissection and prediction of feed intake and residual feed intake traits using a longitudinal model in F2 chickens. **Animal** 12:1792-1798.

Benoît KG, Ulbad TP, Cyrille BK, I-H D, Serge ZM, B RAA, Yves B, Ch H, André T (2017) Testicular and body morphometric traits of mature rams of djallonke and ouda breeds reared in north Benin. **International Journal of Veterinary Science** 6:108–113.

Berry DP, Crowley JJ (2012) Residual intake and body weight gain: A new measure of efficiency in growing cattle. **Journal of Animal Science** 90:109-115.

Bonacina M, Osório JCS, Osório MTM, Esteves R, Jardim R, Mendonça G, Oliveira M (2007) Otimização da avaliação in vivo e da carcaça em cordeiros. **Revista da FZVA** 14:273-286.

Bravo S, Sepúlveda N (2010) Índices Zoométricos en Ovejas Criollas Araucanas. **International Journal of Morphology** 28:489–495.

Cabral LS, Neves EMO, Zervoudakis JT, Abreu JG, Rodrigues RC, Souza AL, Oliveira IS (2008) Estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de saúde e produção animal** 9:529–542.

Campbell QP (1989) Make money with mutton sheep. Cedar printing and silkscreening, P.O. South Africa.1989.

Carneiro MMY, Morais MDG, Souza ARDL, Fernandes HJ, Feijó GLD, Bonin MDN, Rocha RFAT (2019) Residual intake and gain for the evaluation of performance, non-carcass components, and carcass characteristics of confined crossbred Texel lambs. **Revista Brasileira de Zootecnia** 48: e20180206.

Cartaxo FQ, Sousa WH, Cezar MF, Cunha MGG, Menezes LM, Ramos JPF, Gomes JT, Viana JÁ (2017) Desempenho e características de carcaça de cordeiros Santa Inês e suas cruzas com Dorper terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saude e Producao Animal** 18:388–401.

Cavalcanti AS, Brandão FZ, Nogueira LA (2012) Effects of GnRH administration on ovulation and fertility in ewes subjected to estrous synchronization. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 41:1412–1418.

CBRA - Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (2013) Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal. 3ª ed. Belo Horizonte: CBRA, 2013. 104p.

Chaves AS (2013) **Relações entre eficiência alimentar e características de carcaça, qualidade de carne, batimentos cardíacos e consumo de oxigênio em bovinos**. 132 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Esalq, USP, Piracicaba.

CHOEMAN SJ (2000) A comparative assesment of Dorper sheep in different production environments and system. **Small Ruminant Research** 36(2):137-146.

Cloete SW, Snyman M, Herselman M (2000) Productive performance of Dorper sheep. **Small Ruminant Research** 36(2):119–135.

CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (2016). **Boletim Ativos de Ovinos e Caprinos**. Brasília.

Corvino TLS (2010) **Caracterização do consumo alimentar residual e relações com desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore**. 85 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – FMVZ/UNESP, Botucatu.

Costa Junior GS, Campelo JEG, Azevêdo DMMR, Martins Filho R, Cavalcante RR, Lopes JB, Oliveira ME (2006) Caracterização morfométrica de ovinos da raça Santa Inês criados nas microrregiões de Teresina e Campo Maior, Piauí. **Revista Brasileira de Zootecnia** 35:2260–2267.

Costa NG (2007) **A cadeia produtiva de carne ovina no Brasil rumo às novas formas de organização da produção**. 182 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – UnB, Brasília.

Crowley JJ, McGee M, Kenny DA, Crews Jr DH, Evans RD, BerRY DP (2010) Phenotypic and genetic parameters for different measures of feed efficiency in different breeds of Irish performance-tested beef bulls. **Journal of Animal Science** 88:885-894.

Cyrillo JNSG, Nardon RF, Mercadante MEZ, Bonilha SFM, Arnandes REB (2012) Relação entre medidas biométricas, características de carcaça e cortes cárneos comerciais em bovinos zebu e caracu. **Boletim da Industria Animal** 69:71-77.

Duggavathi R, Bartlewskib PM, Barrett DW (2003) Use of high-resolution trans rectal ultrasonography to assess changes in numbers of small ovarian antral follicles and their relationships to the emergence of follicular waves in cyclic ewes. **Theriogenology** 60:495-510.

Elmaz O, Dikmen S, Cirit U, Demir H (2008) Prediction of postpubertal reproductive potential according to prepubertal body weight, testicular size, and testosterone concentration using multiple regression analysis in Kivircik ram lambs. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences** 32:335–343.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Carne ovina na mesa do brasileiro** (2018). Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355035/2751150/Revista+Dezembro+2018/5d3e3265-d48b-800e-7621-2896afdc6857>. Acesso em: 20 out. 2021.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapeamento identifica frigoríficos e abatedouros inspecionados que operam com carnes ovina e caprina** (2020). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/49836052/mapeamento-dentifica-frigorificos-e-abatedouros-inspecionadosque-operam-com-carnes-ovina-e-caprina>. Acesso em: 21 out. 2021.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Produção Nacional** (2019). Disponível em: <https://www.embrapa.br/cim-inteligencia-e-mercado-de-caprinos-e-ovinos/producao-nacional>. Acesso em: 11 out. 2021.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017). Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/901168/>. Acesso em: 10 de out. de 2021.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical Yearbook** (2020). Disponível em:< <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>>. Acesso em 18 out. 2021.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Live Animals** (2019). Disponível em:<<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>>. Acesso em: 25 out. 2021.

Fernandes HJ, Tedeschi LO, Paulino MF, Paiva LM (2010) Determination of carcass and body fat composition of grazing crossbred bulls using body measurements. **Journal of Animal Science** 88:1442-1453.

Figueiredo CL (2008) **Estimativas de componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para características reprodutivas em ovinos da raça Santa Inês utilizando modelos linear e de limiar**. 66 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – FZEA/USP, Pirassununga.

Figueiredo Filho LAS, Do Ó AO, Sarmento JLR, Santos NPDS, Torres TS (2016) Genetic parameters for carcass traits and body size in sheep for meat production. **Tropical Animal Health and Production** 48, 215-218.

Fitzhugh HA, Taylor CS (1971) Genetic analysis of degree of maturity. **Journal of Animal Science** 33:717-725.

Fitzsimons C, Kenny DA, Deighton MH, Fahey AG, McGee M (2013) Methane emissions, body composition, and rumen fermentation traits of beef heifers differing in residual feed intake. **Journal of Animal Science** 91:5789-5800.

Fonseca J (2006) Otimização da Eficiência Reprodutiva em Caprinos e Ovinos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO DE CAPRINOS E OVINOS. **Anais...** Campina Grande: SEDAP; SEBRAE; INSA; ARCO, 2006 CD-ROM.

François D, Bibe D, Brunel JB, Weisbecker JL, Rucardm E, et al (2002) Genetic parameters of feeding traits in meat sheep. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION. **Anais...** Montpellier: WCGALP, 2002.

Freitas ACB, Bartholazzi Junior A, Quirino CR, Costa RLD (2021) Water and food utilization efficiencies in sheep and their relationship with some production traits. **Small Ruminant Research** 197: 106334.

Gizaw S, Komen H, Arendonk JAM (2008) Selection on linear size traits to improve live weight in Menz sheep under nucleus and village breeding programs. **Livestock Science** 118:92-98.

Gomes RC, Santana MHA, Ferraz JBS, Leme PR, Silva SL (2012) Ingestão de alimentos e eficiência alimentar de bovinos e ovinos de corte. Ribeirão Preto: FUNPEC.

Granados LBC (2006) **Aspectos gerais da reprodução de caprinos e ovinos.** Campos dos Goytacazes. Disponível em: <<https://docs.ufpr.br/~freitasjaf/artigosovinos/reproducaodeovinossecaprinos.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2021.

Guimarães AA (2010) **Avaliação de diferentes diluentes na criopreservação de sêmen ovino** (*Ovis aries*). 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Pará, Belém.

Gusmão Filho JD, Teodoro SM, Chaves MA, Oliveira SS (2009) Análise fatorial de medidas morfométricas em ovinos tipo santa Inês. **Arquivos de zootecnia** 58:289-292.

Hegarty RS, Goopy JP, Herd RM, McCorkell B (2007) Cattle selected for lower residual feed intake have reduced daily methane production. **Journal of Animal Science** 85:1479-1486.

Herd RM, Archer JÁ, Arthur PF (2003) Reducing the cost of beef production through genetic improvement in residual feed intake: Opportunity and challenges to application. **Journal of Animal Science** 81:9-17.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. **Pesquisa da Pecuária Municipal.** (2017). Disponível em:< <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939>>. Acesso em: 20 out. 2020.

Kleiber M (1936) Problems involved in breeding for efficiency of food utilization. **Proceedings of the American Society of Animal Production** 29:247–258.

Knott AS, Cummins FR, Dunshea BJ (2010) Feed efficiency and body composition are related to cortisol response to adrenocorticotropin hormone and insulin-induced hypoglycemia in rams. **Domestic Animal Endocrinology** 39:137–146.

Koch RM, Swiger LA, Chambers D, Gregory KE (1963) Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of Animal Science** 22:486–494.

Lampert VN, Yokoo MJI, Azambuja RCC, Morais OR, Lobo RNB, Moraes JCF, Alves RM, Cardoso FF (2013) Economic values for production traits of sheep raised on native pastures of the Pampa biome in Brazil. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2013.

Lanna DPD, Callegare L, Almeida R, Berndt A (2003) Eficiência econômica de vacas de corte de raças puras e cruzadas. In: III SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE **Anais...** Lavras, p.87-110.

Lima AGVO (2012) **Desempenho e características da carcaça de ovinos da raça Morada Nova de diferentes pesos, castrados e inteiros**. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

Lima NLL, Ribeiro CRF, Sá HCM, Leopoldino Júnior I, Cavalcanti LFL, Santana RAV, Furuscho-Garcia IF, Pereira IG (2017) Análise econômica, desempenho e eficiência alimentar em cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia** 46: 821-829.

Lôbo RNB, Lobô AMBO et al. (2007) Estimativas de parâmetros genéticos para características de crescimento em ovinos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007.

Lobô RNB, Villela LCV, Lobo AMBO, Passos JRS, Oliveira AA (2006) Parâmetros genéticos de características estimadas da curva de crescimento de ovinos da raça Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia** 35:1012-1019.

Magnani E, Nascimento CF, Branco RH, Bonilha SFM, Ribeiro EG, Mercadante MEZ (2013) Relações entre consumo alimentar residual, comportamento ingestivo e digestibilidade em novilhas Nelore. **Boletim de Indústria Animal** 70:187–194.

Maia MS, Medeiros IM, Lima CAC (2011) Características reprodutivas de carneiros no Nordeste do Brasil: parâmetros seminais. **Revista Brasileira de Reprodução Animal** 35:175-179.

Maia MS, Silva JVC, Medeiros IM et al. (2015) Características seminais de carneiros das raças Dorper, Santa Inês e mestiços em condições de clima tropical. **Ciência Veterinária nos Trópicos** 18:20-25.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROSTAT – Estatísticas de comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro** (2019). Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em: 18 out. 2021.

Marques AVMS, Costa RG, Silva AMA et al (2008) Feno de flor de seda (*Calotropis procera* SW) em dietas de cordeiros Santa Inês: Biometria e rendimento dos

componentes não-constituintes da carcaça. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** 3:85-89.

Marques RO, Menezes JJJ, Gonçalves HC, Medeiros BBL, Rodrigues L, Canizares GIL, Gomes HFB, Roça RO (2013) 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** 65:1561-1569.

Martins EC, Magalhães KA, Souza JDF, Guimarães VP, Barbosa CMP, Filho ZFH (2016) **Cenários mundial e nacional da caprinocultura e da ovinocultura**. Brasília: EMBRAPA: Boletim Ativo de Ovinos e Caprinos, 6 p.

Mcmanus C, Paim TP, Louvandini H, Dallago BSL, Dias LT, Teixeira RA (2013) Avaliação ultrasonográfica da qualidade de carcaça de ovinos Santa Inês. **Ciência Animal Brasileira** 14:8-16.

McManus C, Pinto BF, Martins RFS, Louvadini H, Paiva SR, Braccini Neto J, Paim TP (2011) Selection objectives and criteria for sheep in Central Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia** 40:2713-2720.

Medeiros GR, Carvalho FFR, Ferreira MA, Batista AMV, Dutra Junior WM, Santos GRA, Andrade DKB (2009) Efeito dos níveis de concentrado sobre as características de carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38:718-727.

Medeiros GR, Carvalho FFR, Ferreira MA, Batista AMV, Alves KS, Souto Maior Junior RJ, Almeida SC (2007) Efeito dos níveis de concentrado sobre o desempenho de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia** 36:1162-1171.

Mendes EDM, Campos MM (2016) Eficiência alimentar em bovinos de corte. **Informe Agropecuário** 37:28-38. Disponível em:<
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160187/1/2016-Efic-Alim-Bov-Corte-EPAMIG-Informe-Agropecuario-292.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2020.

Montossi F, Font-i-Furnols M, Campo M, San Julián R, Brito G, Sañudo C (2013) Sustainable sheep production and consumer preference trends: Compatibilities, contradictions, and unresolved dilemmas. **Meat Science** 95:772-789.

Moraes JCF (2009) **Sistema de controle da reprodução dos ovinos**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 20 p. (Embrapa Pecuária Sul. Documento, 84).

Moraes JCF, Souza CJH, Jaime CM (2005) **O Uso da Avaliação da Condição Corporal Visando Máxima Eficiência Produtiva dos Ovinos**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 3 p. (Embrapa Pecuária Sul. Comunicado Técnico, 57).

Moreno GMB, Silva Sobrinho AG, Leão AG, Zeola NMBL, Sousa Júnior SC (2010) Desempenho e rendimentos de carcaças de cordeiros Ile de France desmamados com diferentes idades. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 11:1105-1116.

Muro-Reyes A, Gutierrez-Banuelos H, Diaz-Garcia L.H, Gutierrez-Pina FJ, Escareno-Sanchez LM, Banuelos-Valenzuela R, Medina-Flores CA, Corral-Luna A (2011) Potential environmental benefits of residual feed intake as strategy to mitigate methane emissions in sheep. **Journal of Animal and Veterinary Advances** 10:1551-1556.

Nascimento EM (2018) **Eficiência Alimentar de Cordeiros Dorper X Santa Inês nas Fases de Crescimento e Terminação**. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - UFP, Palotina.

Nascimento EM, Maggioni H, Bach CIS, Nascimento WG, Fernandes SR, Neto AFG (2020). Ingestão residual e ganho de peso corporal no desempenho, comportamento ingerido e características do músculo longissimus de Cordeiros Dorper× Santa Inês. **Small Ruminant Research**, 192, 106248.

Nascimento ML, Souza ARDL, Chaves AS, Cesar ASM, Tulio RR, Medeiros SR, Mourão GB, Rosa NA, Feijó GLD, Alencar MM, Lanna DPD (2016) Efficiency indexes and their relationships with carcass, non-carcass and meat quality traits in Nellore steers. **Meat Science** 116:78-85.

Nights AS, Baker RL, Gianola D et al. (1984) Correlations among growth and reproductive traits in yearling Angus bulls. **Journal of Animal Science** 58:887-893.

Nkrumah JD, Basarab JA, Price MA, Okine EK, Ammoura A, Guercio S, Hansen C, Li C, Benkel B, Murdoch B, Moore SS (2004) Different measures of energetic efficiency and their phenotypic relationships with growth, feed intake, and ultrasound and carcass merit in hybrid cattle. **Journal of Animal Science** 82: 2451-2459.

Nkrumah JD, Okine EK, Mathison GW, Schmid K, Li C, Basarab JA, Price MA, Wang Z, Moore SS (2006) Relationships of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behaviour with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. **Journal of Animal Science** 84:145-153.

NRC - National Research Council (2006) **Nutrient requirements of small ruminants**. 362p.

Oliveira LF (2014) **Consumo alimentar residual e produção de metano entérico de bovinos em confinamento e pastagem**. 59 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – FCAV/UNESP, Jaboticabal.

Oliveira MAD, Oliveira RPMD, Andrade EVD, Abreu JSLD, Oliveira FFD (2017) Physical evaluation, morphological and identification of seminal proteins in Santa Ines sheep. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 18:211-220.

Osório JCS, Osório MTM, Fernandes ARM, Vargas Júnior FM, Seno LO (2014) Técnicas de Avaliação In Vivo, na Carcaça e na Carne. In: SELAIVE AB, Osório JCS **Produção de Ovinos no Brasil**. São Paulo: ROCA, p.527-550.

Osório JCS, Osório MTM, Mendonça G et al (2005) Morfologia e características produtivas e comerciais em cordeiros corriedale castrados e não castrados. **Revista Brasileira Agrociência** 11:211-214.

Pacheco A, Quirino CR (2008) Estudo das características de crescimento em ovinos. **PUBVET** 2.

Pacheco A, Quirino CR (2010) Comportamento sexual em ovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal** 34:87-97.

Paula EFE (2011) **O consumo alimentar residual e suas relações com medidas de desempenho e eficiência, características da carcaça e perfis hematológico e metabólico sanguíneo de cordeiros Ile de France**. 68 f. Dissertação (mestrado) – UFP, Curitiba.

Paula EFE, Monteiro ALG, Prado OR, Cosmo TR, Teixeira Junior NS, Kulik CH, Teixeira RA (2012) Medidas de desempenho e eficiência, características da carcaça mensuradas por ultrassonografia e o consumo alimentar residual de ovinos. **Ciências Agrárias e Ambiente** 2:129-135.

Paula EFE, Monteiro ALG, Souza DF, Prado OR, Nomura TM, Stivari TSS, Silva CJA, Santana MHA (2013) 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** 65:566– 572.

Pilar RC, Pérez JRO, Santos CL, Pedreira BC (2002) **Manejo reprodutivo da ovelha: recomendações para uma parição a cada 8 meses**. Lavras: UFLA, 22 p. (UFLA. Boletim Agropecuário).

Pinheiro RSB, Jorge AM (2010) Medidas biométricas obtidas in vivo e na carcaça de ovelhas de descarte em diferentes estágios fisiológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39:440-445.

Pinheiro RSB, Silva Sobrinho AG, Marques CAT, Yamamoto SM (2007) Biometria in vivo e da carcaça de cordeiros confinados. **Archivos de Zootecnia** 56:955-958.

Pires CC, Silva LF, Farinatti LHE, Peixoto LAO, Fülber ME, Cunha MA (2000) Crescimento de cordeiros abatidos com diferentes pesos. Constituintes corporais. **Ciência Rural** 30:869-873.

Portes JV, Somavilla AL, Dias LT, Teixeira RA (2013) Parâmetros genéticos para características avaliadas visualmente e reprodutivas em ovinos Suffolk. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL. **Anais eletrônicos...** Uberaba: SBMA, 2013. Disponível em: <<http://sbmaonline.org.br/anais/x/trabalhos/>>. Acesso em: 25 out. 2021.

Redden RR, Surber LMM, Grove AV, Kott RW (2013) Growth efficiency of ewe lambs classified into residual feed intake groups and pen fed a restricted amount of feed. **Small Ruminant Research** 114:214–219.

Redden RR, Surber LMM, Roeder BL, Nichols BM, Paterson JA, Kott RW (2011) Residual feed efficiency in a post-weaning growth test may not result in more efficient ewes on pasture. **Small Ruminant Research** 96:155-159.

Ribeiro MS, Quirino CR, Bartholazzi Junior A, Pacheco A, Vega WHO, Rua MAS (2018) Repeatability and effect of age on reproductive characteristics in Santa Ines rams. **Archivos de Zootecnia** 68:143-147.

Rosa B, Sampaio A, Oliveira E, Henrique W, Pivaro T, Andrade A, Fernandes A, Mota D (2014). Correlações entre medidas corporais e características das carcaças de tourinhos Nelore terminados em confinamento. **Boletim De Indústria Animal** 71:371-380.

Rosanova C, Sobrinho AGS, Gonzaga Neto S (2005) The Dorper sheep breed and your productives and reproductives characteristics. **Veterinárias Notícias** 11:127-135.

Russel AJF, Doney, JM, Gunn RG (1969) Subjective assessment of body fat in live sheep. **Journal Agricultural Science** 72:451-454.

Santana MHA (2009) **Relação do consumo alimentar residual e conversão alimentar com características de carcaça, perfil metabólico e sanguíneo de touros da raça nelore**. 75 f. Dissertação (Mestrado) –UFP, Curitiba.

Santos CL, Pérez JRO (2000) Cortes comerciais de cordeiros Santa Inês. In: ENCONTRO MINEIRO DE OVINO CULTURA, **Anais...** Lavras: UFLA, p. 149-168.

Santos RA, Vargas Junior FM, Seno LO, Orrico ACA, Bottini Filho FDE, Senegalhe FBD, Cansian K, Longo ML (2016) Biometria testicular de ovinos Pantaneiros alimentados com níveis crescentes de glicerina bruta na dieta. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 17:311-320.

Scaramuzzi RJ, Baird BM, Campbell BK, Driancourt MA, Dupont J, Fortune JE, Gilchrist RB, Martin GB, Mcnatty KP, Mcneilly AS, Monget P, Monniaux D, Vinales C, Webb R (2011) Regulation of folliculogenesis and the determination of ovulation rate in ruminants. **Reproduction, Fertility and Development** 23:44–67.

Sheldon IM, Noakes DE, Bayliss M, Dobson H (2003). O efeito do estradiol na involução uterina pós-parto em ovelhas. **Animal Reproduction Science** 78:57–70.

Silva LM, Silva CMG, Cavalcante TV (2010) Utilização do Corante Rosa Bengala no Método de Preparação Úmida para Avaliação Morfológica de Sêmen Ovino. **Revista Científica de Produção Animal** 10:74-180.

Silva PKA (2014) **Estimativas de parâmetro genético para características de habilidade materna e reprodutivas em fêmeas da raça Santa Inês**. 37 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) – FEIS/UNESP, Ilha Solteira.

Silva Sobrinho AG (2001) Criação de ovinos. Jaboticabal: FUNEP, 302 p.

Simplício AAV, Freitas VJF, Fonseca JF (2007) Biotechniques of reproduction as techniques of reproductive management in sheep. **Revista Brasileira de Reprodução Animal** 31:234-246.

Smith SN, Davis ME, Loerch SC (2010) Residual feed intake of Angus beef cattle divergently selected for feed conversion ratio. **Livestock Science** 132:41-47.

Snowder GD, Van Vleck LD (2003) Estimates of genetic parameters and selection strategies to improve the economic efficiency of postweaning growth in lambs. **Journal of Animal Science** 81:2704-2713.

Sousa WH, Leite PRM (2000) Ovinos de corte: A raça Dorper. João Pessoa: EMEPA-PB, 2000. 76p.

Souza CEA, Moura AA, Araújo AA, Lima ACB (2003) Estudo das interações entre o desenvolvimento gonadal, produção espermática, concentrações de testosterona e aspectos ligados à puberdade em carneiros Santa Inês ao longo do primeiro ano de vida. **Revista Brasileira de Reprodução Animal** 27:199-201.

Souza DA, Selaive-Villarroel AB, Pereira ES, Osório JCS, Teixeira A (2013) Desempenho de crescimento, eficiência alimentar e características de carcaça de cordeiros produzidos a partir de Ovelha Dorper cruzada com Santa Inês ou ovelha Somali brasileira. **Small Ruminant Research** 114:51- 55.

Souza DA, Selaive-Villarroel AB, Pereira ES, Silva EMC, Oliveira RL (2016) Efeito da raça Dorper no desempenho, características de carcaça e carne de cordeiros de ovinos Santa Inês. **Ruminant Research** 145:76-80.

Souza DS, Silva HP, Carvalho JMP, Melo WO, Monteiro BM, Oliveira DR (2014) 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** 66:1787-1794.

Souza JAT, Campelo JEG, Macedo NA, Leal TM, Júnior AS, Medeiros RM, Chaves R M (2007) Biometria testicular, características seminais, libido e concentração de testosterona em ovinos da raça Santa Inês, criados a campo, na microrregião de campo maior, Piauí. **Ciências Veterinária nos Trópicos** 10:21- 28.

Sousa WH, Cartaxo FQ, Cezar MF (2008) Desempenho e característica de carcaça de cordeiros terminados em confinamento com diferentes condições corporais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 9:795-803.

Takada L, Bicudo SD, Rodrigues CFC, Coelho LA, Mendes LCN, Perri SHV (2012) Ovarian response of Suffolk ewes to estrous synchronization using short term protocol. **Revista Brasileira de Zootecnia** 41:314-319.

Tarouco JU, Lobato JFP, Tarouco AK et. al. (2005) Relação entre medidas ultrassônicas e espessura de gordura subcutânea ou área de olho-de-lombo na carcaça em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia** 34:2074-2084.

Teixeira PPM, Oliveira MEF, D'Amato CC, Rodrigues LFS, Vicente WRR (2011) Avaliação ultrassonografia da ecogenicidade do parênquima testicular como exame complementar no andrológico de carneiros. **Nucleus Animalium** 3:31-36.

Thompson AN, Ferguson MB, Campbell AJD, Gordon DJ, Kearney GA, Oldham CM, et al. (2011) Improving the nutrition of Merino ewes during pregnancy and lactation increases weaning weight and survival of progeny but does not affect their mature size. **Animal Production Science** 51: 784 – 793.

Tino CRS (2016) **Estrutura Populacional e Análise de Variabilidade Genética em Rebanhos Ovinos Brasileiros**. 84 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) – UNESP, Dracena.

Viana JGA, Silveira VCP (2009) Economic analysis of sheep production: a case study in the south region of Rio Grande do Sul, Brazil. **Ciência Rural** 39:1176-1181.

Yeaman JC, Waldron DF, Willingham TD (2013) Growth and feed conversion efficiency of Dorper and Rambouillet lambs. **Journal of Animal Science** 91:4628-4632.

Zhang X, Wang W, Mo F, La Y, Li C, Li F (2017) Associação de consumo de ração residual com crescimento e abate desempenho, metabolismo do sangue e composição corporal em cordeiros em crescimento. **Relatórios Científicos** 7:12681.

Zishiri OT, Cloete SWP, Olivier JJ, Dzama K (2013) Genetic parameters for growth, reproduction and fitness traits in the South African Dorper sheep breed. **Small Ruminant Research** 112.

CAPÍTULO 2 – Eficiência na utilização do alimento e sua relação com características de interesse em ovinos Dorper

RESUMO – O presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial de utilização do alimento em ovinos Dorper, classificados em relação ao consumo alimentar residual (CAR) e consumo e ganho residual (CGR), correlacionando-a com características de interesse zootécnico. Foram utilizados 24 ovinos com idade e peso inicial médio de $144 \pm 12,5$ dias e $32,79 \pm 5,54$ kg, alojados em baias individuais e submetidos ao teste de eficiência alimentar com duração total de 70 dias. Os animais foram alimentados de forma *ad libitum* duas vezes ao dia, na forma de dieta total, constituída de 35% volumoso e 65% concentrado, mantendo a sobra de alimento fornecido diariamente em 10%. Ao final do teste os animais foram classificados em eficientes ($n = 7$), intermediário ($n = 10$) e menos eficientes ($n = 7$) ao CAR e eficientes ($n = 8$), intermediários ($n = 9$) e menos eficientes ($n = 7$) para CGR. Comparações de médias entre as classes definidas de CAR e CGR foram realizadas pelo teste Tukey-Kramer, para as características de eficiência alimentar, desempenho, morfométricas e carcaça. O coeficiente de correlação de Pearson (ajustada ao sexo) foi estimado entre o CAR e CGR e todas as características estudadas. Significância menor que 0,05 foi considerada nas análises estatísticas. A diferença média na ingestão de matéria seca (IMS) entre as classes eficientes e menos eficientes ao CAR foi de 0,210 kg MS/dia (1,22 vs. 1,43 kg MS/dia), observando diferença de 17,2% no consumo diário entre as classes ($p < 0,05$). Entre as classes de CGR não foram observadas diferenças no consumo ($p > 0,05$). As características de carcaça avaliadas por ultrassonografia foram semelhantes entre as classes de CAR e CGR ($p > 0,05$), demonstrando que o acabamento da carcaça não é alterado devido a eficiência alimentar. O CAR exibiu correlação positiva com a IMS (0,49, $p < 0,05$) e IMS expressa em peso corporal e peso metabólico (0,69 e 0,83, respectivamente) e correlação negativa com ganho médio diário residual (GMDR), GGR e índice corporal (IC) (-0,47, -0,86 e -0,42, respectivamente). O CGR exibiu correlação positiva com eficiência alimentar bruta (EAB) e GMDR (0,55, 0,86, respectivamente) e negativa com IMS expressa em peso metabólico, conversão alimentar (CA) e CAR (-0,47, -0,55 e -0,86, respectivamente). Ovinos eficientes da raça Dorper ao CAR apresentam significativa redução na ingestão de matéria seca. Os animais eficientes tanto ao CAR quanto ao CGR apresentaram desempenho satisfatórios em ganho de peso e sem alterações na estrutura física e nas características de carcaça avaliadas por ultrassonografia.

Palavras-chave: carcaça, consumo alimentar residual, consumo e ganho residual, *Ovis aries*, produção eficiente

CHAPTER 2 - Efficiency in feed utilization and its relationship with traits of interest in Dorper sheep

ABSTRACT –The present study aimed to evaluate the feed utilization potential in Dorper lambs, classified in relation to residual feed consumption (RFI) and residual consumption and gain (RIG), correlating it with traits of zootechnical interest. Twenty-four lambs (12 male and 12 female), with mean age and initial weight of 144 ± 12.5 days and 32.79 ± 5.54 kg, were housed in individual pens and tested for feed efficiency for a total duration of 70 days (14 days of adaptation and 56 days of actual testing). The lambs were fed ad libitum twice a day, in the form of a total diet, consisting of 35% volume and 65% concentrate, keeping the leftover food provided daily at 10%. At the end of the test, the lambs were classified as efficient ($n = 7$), intermediate ($n = 10$) and less efficient ($n = 7$) for RFI and efficient ($n = 8$), intermediate ($n = 9$) and less efficient ($n = 7$) for RIG. Mean comparisons between the defined RIF and RIG classes were performed by the Tukey-Kramer test for feed efficiency, performance, morphometric and carcass traits. Pearson's correlation coefficient (adjusted for sex) was estimated between RIF and RIG and all traits studied. Significance less than 0.05 was considered in the statistical analyses. The mean difference in dry matter intake (DMI) between RIF efficient and less efficient classes was 0.210 kg DM/day (1.22 vs. 1.43 kg DM/day), observing 17.2% difference in daily intake between classes ($p < 0.05$). No differences in consumption were observed between RIG classes ($p > 0.05$). Carcass characteristics evaluated by ultrasonography were similar between RIF and RIG classes ($p > 0.05$), demonstrating that carcass finish is not altered due to feed efficiency. RFI exhibited positive correlation with DMI (0.49, $p < 0.05$) and DMI expressed in body weight and metabolic weight (0.69 and 0.83, respectively) and negative correlation with mean daily residual gain (ARDG), RIG and body indece (BIN) (-0.47, -0.86 and -0.42, respectively). RIG exhibited positive correlation with gross feed efficiency (GFE) and ARDG (0.55, 0.86, respectively) and negative correlation with DMI expressed as metabolic weight, feed conversion (FC) and RIF (-0.47, -0.55 and -0.86, respectively). Efficient sheep of the Dorper breed at RIF show a significant reduction in dry matter intake. The efficient animals both at RIF and RIG showed satisfactory performance in weight gain and no changes in physical structure and carcass characteristics evaluated by ultrasonography.

Keywords: carcass, residual feed intake, residual intake and gain, *Ovis aries*, efficient production

1. Introdução

Fatores como aumento da demanda mundial por proteína animal e a exigência do mercado consumidor quanto a regularidade na oferta por produtos de qualidade, tem sido razões favoráveis ao desenvolvimento e expansão da ovinocultura de corte mundial. A produção de ovinos se mostra vantajosa neste cenário, devido a qualidade do produto, boa conformação, adequada proporção de gordura e bom rendimento de carcaça em sistemas intensivos de produção.

Na busca pelo atendimento das exigências do mercado consumidor, o sistema intensivo de produção vem sendo empregado, entretanto o alto custo com alimentação representa o maior entrave de sua adoção (Pacheco et al., 2014). Referindo-se como um dos fatores substanciais que mais influencia o custo produtivo na pecuária, a nutrição pode apresentar valor superior a 70% dos custos totais de produção (Lima et al., 2017).

Logo, a redução do custo com alimentos possibilita a manutenção dos valores lucrativos da carne ovina produzida, sendo possível desta forma a competitividade no mercado mundial, considerando o abastecimento flutuante do mercado (Arce-Recinos et al., 2021). Nesse sentido, a melhoria na eficiência alimentar dos animais se mostra importante para reduzir a quantidade de ração consumida, sem alterar ou prejudicar o desempenho animal (Ellison et al., 2017).

Além do mais, melhorar a eficiência alimentar permite o aumento da produção de carne, sem modificações no sistema de produção, como a expansão da área de produção ou elevação das necessidades de alimento (Delveaux et al., 2020). Benefícios diretos ao meio ambiente, como redução na produção de dejetos e diminuição na emissão de metano são outras relevantes vantagens da melhoria na eficiência alimentar (Manafiazar et al., 2020; Muro-Reyes et al., 2011).

A seleção de animais visando intensificação da eficiência alimentar do rebanho e obtenção de melhores índices de desempenho e produtivos vem sendo aplicada com a ideia de obter sistemas que geram retornos econômicos, mas também

aliados a sustentabilidade ambiental (Meyer et al., 2015). O consumo alimentar residual (CAR) é uma das ferramentas mais usadas neste aspecto (Bezerra et al., 2013).

O CAR é estimado pela diferença entre o consumo de alimento observado e estimado em determinado período estabelecido (Koch et al., 1963), apresenta a independência ao ganho de peso e ao tamanho corporal dos animais (Berry & Crowley, 2013) e tem como objetivo identificar os indivíduos mais eficientes no uso de ração, reduzindo os custos de produção por quilo de ganho de peso (Arthur & Herd, 2008).

O CAR atende às limitações decorridas de outras medidas geralmente usadas. Um exemplo é a pecuária de corte, em que as medidas eficiência alimentar bruta (EAB) e conversão alimentar (CA) foram comumente utilizadas como indicativos de habilidade no uso eficiente dos alimentos (Archer et al., 1999; Cantalapiedra-Hijar et al., 2018). Entretanto, o uso dos respectivos indicadores pode resultar a longo prazo no aumento excessivo de peso corporal, no tamanho corporal adulto, induzir alterações na composição de carcaça e elevar o consumo de alimento (Carneiro et al., 2019), visto que a ingestão de matéria seca (IMS) apresenta-se altamente correlacionada com o tamanho corporal e ganho de peso diário dos animais (Arthur & Herd, 2008).

Com o propósito de identificar animais com melhor relação entre ganho de peso e consumo de alimento, Berry e Crowley (2012) propuseram o índice denominado de consumo e ganho residual (CGR) que considera em sua estimativa o CAR e o ganho médio diário residual (GMDR) sendo independente do peso corporal (PC). O CGR indica como animais eficientes aqueles com maior ganho médio diário (GMD) e menor IMS, considerando valores alto como ideais (Arce-Recinos et al., 2022; Montelli et al., 2019). Definir o CGR permite selecionar animais precoces e com permanência reduzida em confinamento, além de apresentar menor consumo de alimento necessário para alcançar determinado peso (Berry & Crowley, 2012).

Outro fator importante em relação ao CAR e CGR é a falta de comprometimento e alterações sobre os aspectos de composição de carcaça em cordeiros (Zhang et al., 2017), entretanto, ocorre escassez de informações quanto a associa-

ção entre medidas de eficiência alimentar com outras características de interesse econômicas com relevante mérito de introdução em índices de seleção em ovinos.

Á vista disso, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência na utilização de alimentos em ovinos da raça Dorper, por meio do consumo alimentar residual (CAR) e consumo e ganho residual (CGR), avaliando sua relação com outras medidas de eficiência alimentar, características de desempenho, morfométricas e carcaça.

2. Material e Métodos

2.1. Animais e Alimentação

Os procedimentos realizados neste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FMVZ/UNESP), Brasil, sob protocolo número 0013/2021.

O experimento foi realizado em uma propriedade rural localizada no município de Pardinho, São Paulo, Brasil, em latitude 23°00'23 Sul e longitude 48°23'20 Oeste. O clima da região é considerado tropical de altitude (Cwb), com precipitação pluviométrica média anual de 1.003 mm e temperatura média de 19°C.

Vinte e quatro ovinos da raça Dorper recém desmamados, sendo doze machos não castrados e doze fêmeas, com idade média inicial de 144 ($\pm 12,5$) dias e peso médio inicial de 32,79 ($\pm 5,54$) kg foram alojados em baias individuais de 1,20 x 1,50 m, dispostos com comedouro e bebedouro privativos. Os animais foram manejados sob as mesmas condições nutricionais e sanitárias desde o nascimento, bem como durante todo o período experimental.

O período de confinamento dos animais foi de 70 dias, incluindo o período de adaptação a dieta e instalações de 14 dias. Os animais foram alimentados de forma *ad libitum* duas vezes ao dia, às 8:00 h e às 16:00 h, na forma de dieta total, constituída de 35% volumoso e 65% concentrado, mantendo a sobra de alimento fornecido diariamente em 10%. Como componente volumoso foi utilizado silagem de milho,

e o concentrado era composto por grão de milho moído, farelo de soja e mistura comercial de minerais e vitaminas. Foram fornecidos acessos livres a água e a sal mineral.

Amostras da dieta foram coletadas semanalmente e mantidas congeladas a -20 °C para serem analisadas no Laboratório de Bromatológica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Botucatu, SP. A proporção de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE) foram estimados de acordo com os métodos oficiais da “Association of Official Analytical Chemists” (AOAC, 2005), métodos 967,03, 981,10, 942,05 e 920,29 para MS, PB, MM e EE, respectivamente. As estimativas de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose foram realizadas de acordo com o sugerido por Van Soest et al. (1991). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foi estimado conforme proposto por Paterson (2000) (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química da dieta total fornecida aos ovinos em porcentagem (%) de matéria seca

Composição Química	Dieta Total
Matéria Seca	45,69
Matéria Mineral	6,38
Proteína Bruta	18,70
Extrato Etéreo	1,78
Hemicelulose	12,38
Fibra em Detergente Neutro	26,09
Fibra em Detergente Ácido	13,71
Nutrientes Digestíveis Totais	78,22

Mistura comercial de minerais e vitaminas (em 1 kg): cálcio 130 g, sódio 75 g, monensina 600 mg, fósforo 600 mg, cobalto 10 g, ferro 720 mg, iodo 24 mg, manganês 795 mg, selênio 2 mg, zinco 800 mg, vitamina A 48 mg, vitamina D 1 mg e vitamina E 349 mg.

2.2. Características Estudadas

Durante o período de experimento diversas características de relevância econômica na ovinocultura de corte foram mensuradas. Para melhor entendimento, a apresentação das características pode ser agrupada em características de eficiência alimentar, de crescimento, morfométricas e de carcaça.

As características de eficiência alimentar calculadas foram conversão alimentar (CA), eficiência alimentar bruta (EAB), índice de Kleiber (IK), taxa relativa de crescimento (TCR), consumo alimentar residual (CAR), ganho médio diário residual (GMDR) e consumo e ganho residual (CGR). As características de crescimento calculadas foram ganho de peso (GP), ganho médio diário (GMD) e peso médio metabólico (PMM). As características morfométricas coletadas foram comprimento corporal (CC), altura de cernelha (AC), altura de garupa (AG), perímetro torácico (PT), largura de tórax (LT) e largura de garupa (LG). As características de carcaça avaliadas foram área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS).

A ingestão de matéria seca observada (IMS) foi estimada por meio da diferença da quantidade de alimento fornecido e a quantidade de alimento recusada, pesados diariamente antes da primeira refeição, corrigidos pela proporção de MS da dieta total.

O peso corporal (PC) dos animais foi mensurado sob regime de 16 horas de jejum alimentar e hídrico, no início e ao final do período de teste efetivo, denominado, respectivamente, de peso inicial (PI) e peso final (PF). O peso corporal médio (PCM) foi obtido pela média entre o PI e PF, e desta forma foi estipulado o peso médio metabólico ($PMM = PCM^{0,75}$; Koch et al., 1963). O ganho médio diário de peso (GMD) foi calculado pela diferença entre o PF e PI dividido pelo número de dias de alimentação ($(PF-PI) / \text{dias de teste}$; Yeaman et al., 2013).

A partir da estimativa da IMS, GMD, PC e PMM foram calculadas as seguintes medidas de eficiência alimentar: conversão alimentar (CA, kg MS / kg GMD) pela razão entre IMS e GMD; eficiência alimentar bruta (EAB, kg ganho / kg MS) razão entre GMD e IMS; taxa relativa de crescimento (TCR, % / dia), estimada conforme Fitzhugh Junior e Taylor (1971), sendo a diferença entre logaritmo do peso final (PF)

e o logaritmo do peso inicial (PI), dividido pelo intervalo de dias entre os respectivos pesos; e taxa de Kleiber (TK, kg ganho / $\text{kg}^{0,75}$), calculado conforme descrito por Kleiber (1947), sendo a razão entre o GMD e PMM.

O consumo alimentar residual (CAR, kg MS / dia) individual de cada animal foi estimado pela diferença entre a IMS observada e a ingestão de matéria seca predito (IMSpred) segundo proposto por Koch et al. (1963). A IMSpred foi calculada ajustando um modelo de regressão linear múltipla da IMS em função das variáveis descritas na Tabela 2, em que o CAR seria representado pelo resíduo do modelo. O procedimento PROC GLM também foi usado para obtenção do ganho médio diário residual (GMDR), calculado pela diferença entre o ganho médio diário observado (GMD) e o ganho médio diário predito (GMDpred) conforme proposto por Koch et al. (1963). As variáveis testadas no modelo de obtenção do GMDR estão descritas na Tabela 3. Com o propósito de tornar o CAR e GMDR independentes da composição corporal dos animais, as medidas de composição corporal AOL e EGS foram inseridas como covariáveis e testadas no modelo preditor (Schenkel et al., 2003).

No último dia de teste, foram mensuradas as medidas morfométricas *in vivo*, comprimento corporal (CC; distância entre a articulação escapulo-umeral e a base da cauda), altura de cernelha (AC; distância entre a região da cernelha e a extremidade distal do membro anterior), altura de garupa (AG; distância entre a tuberosidade sacra e a extremidade distal do membro posterior), perímetro torácico (PT; circunferência que envolve o tórax na região interescapular), largura do tórax (LT; distância entre as faces laterais das articulações escapulo-umerais) e a largura de garupa (LG; distância entre os trocânteres maiores dos fêmures). Para estas mensurações, foram utilizados fita métrica e hipômetro, posicionando o animal em superfície plana e em condições corretas de aprumo.

Utilizando as medidas morfométricas coletadas *in vivo* foram calculados os índices corporais: capacidade corporal 1 (CC1) relação entre PC e CC; capacidade corporal 2 (CC2) relação entre PC e PT, seguindo o método proposto por Costa Junior et al. (2006) e índice corporal (IC), sendo a relação entre CC e PT de acordo com Bravo e Sepúlveda (2010).

Imagens ultrassonográficas da carcaça *in vivo* foram obtidas no último dia de teste, utilizando equipamento Aloka SSD500, acoplado a um transdutor linear de 3,5 MHz e 17,8 cm de comprimento. As imagens foram avaliadas na região entre a 12° e 13° vertebrae torácicas, na porção do músculo *Longissimus dorsi*. As imagens foram armazenadas e, posteriormente, analisadas no software Lince®, versão 2.0, medindo a área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS).

2.3. Escolha do Modelo

Os ajustes do modelo e a seleção das variáveis a serem inseridas nos modelos de obtenção do CAR e GMDR foram realizados utilizando o procedimento PROC GLMSELECT adicionando a opção “Selection”. O coeficiente de determinação (R^2) do modelo e o critério de informação Bayesiano (BIC) (Schwarz et al. 1978), foram utilizados como critérios de seleção do modelo que melhor se ajustou aos dados, na comparação de modelos, valores mais baixos de BIC é mais adequado.

Inicialmente, com o objetivo de analisar a associação entre as variáveis, estimou-se a correlação entre elas por meio do procedimento PROC CORR, a opção “Partial” foi usada para ajustar o coeficiente de correlação ao efeito de sexo. Em seguida foi usado o procedimento PROC SGSCATTER, adicionando a opção “matrix”, para confecção de uma matriz de gráficos de dispersão entre as variáveis adotadas, com a finalidade de analisar a dispersão e a relação entre as respectivas variáveis. Utilizando a opção VIF no procedimento PROC REG, foi possível observar os fatores de inflação de variância (VIF) de cada variável imposta na construção do modelo, com o propósito de estimar a inflação nas variâncias dos parâmetros estimados.

2.4. Análises Estatísticas

Os valores individuais de CAR e GMDR foram empregados na estimativa de índice envolvendo as duas características, denominado consumo e ganho residual

(CGR), padronizando as respectivas variâncias a 1, permitindo pesos equivalentes de ambas variáveis. O CGR foi calculado através da fórmula $CGR = GMDR + (CAR * -1)$, proposto por Berry e Crowley (2012).

Ao final do teste os ovinos foram classificados em três classes distintas em relação ao CAR, sendo: alto CAR (animais menos eficientes) aqueles com valores de CAR acima da média mais 0,5 DP, baixo CAR (animais eficientes) aqueles com valores de CAR abaixo da média menos 0,5 DP e os médio CAR (animais intermediários), os demais animais. Para o índice CGR foi realizada a mesma divisão, considerando a média e desvio padrão desta característica, tendo em vista que animais eficientes exibem valores positivos.

Para as características de eficiência alimentar, desempenho, morfométricas e carcaça foram realizadas comparações de médias entre as classes definidas de CAR e CGR. Comparações de médias foram realizadas pelo teste de Tukey-Kramer, com uso do procedimento PROC GLM e da opção LSMEANS. Os modelos utilizados na comparação de média foram definidos com os efeitos fixos de classe de CAR ou CGR e sexo. A interação entre classes de CAR ou CGR com sexo não se apresentou significativa para as variáveis, demonstrando não haver diferenças entre as classes dentro do sexo, desta forma, a interação não foi considerada.

O coeficiente de correlação de Pearson foi estimado entre o CAR e CGR e as características de interesse, usando o procedimento PROC CORR, inserindo a opção "Partial" para ajustar o coeficiente de correlação ao efeito de sexo. O nível de significância de 0,05 ($p < 0,05$) foi adotado para as análises de correlação e comparação de médias. Todos os cálculos e análises estatísticas foram realizadas por meio do programa SAS® (SAS Inst. Inc., Cary, NC).

3. Resultados

O modelo básico proposto por Koch et al. (1963) para estimar o CAR (modelo 1; Tabela 2) apresentou R^2 e BIC de 0,88 e -126,19, respectivamente. Embora o coeficiente de determinação (R^2) indique ajuste adequado em todos os modelos, este parâmetro exibiu pequenas diferenças nos valores não sendo possível usá-lo como

discriminante. Melhorar no critério de informação adotado não foram observados com a inclusão das variáveis sexo, idade inicial, AOL e EGS. Desta forma, o modelo mais simples (modelo 1; Tabela 2) foi escolhido para estimar os valores de CAR.

Tabela 2. Modelos de equações utilizados na regressão linear múltipla para estimar o consumo de matéria seca, para o cálculo do consumo alimentar residual (CAR)

Modelo	Equação	R ²	BIC
1	$IMS_{pred} = \beta_0 + \beta_1(GMD) + \beta_2(PMM) + \varepsilon$	0,88	-126,19
2	$IMS_{pred} = \beta_0 + \beta_1(GMD) + \beta_2(PMM) + \beta_3(SEXO) + \varepsilon$	0,89	-124,59
3	$IMS_{pred} = \beta_0 + \beta_1(GMD) + \beta_2(PMM) + \beta_3(SEXO) + \beta_4(IDDINI) + \varepsilon$	0,89	-121,80
4	$IMS_{pred} = \beta_0 + \beta_1(GMD) + \beta_2(PMM) + \beta_3(SEXO) + \beta_4(IDDINI) + \beta_5(AOL) + \varepsilon$	0,89	-119,05
5	$IMS_{pred} = \beta_0 + \beta_1(GMD) + \beta_2(PMM) + \beta_3(SEXO) + \beta_4(IDDINI) + \beta_5(AOL) + \beta_6(EGS) + \varepsilon$	0,89	-116,28

GMD = ganho médio diário; PMM = peso médio metabólico; IDDINI = idade inicial; AOL = área de olho de lombo; EGS = espessura de gordura subcutânea; R² = coeficiente de determinação; BIC = critério de informação Bayesiano; IMS_{pred} = ingestão de matéria seca predito; β_0 = interceptor; β_1 ; β_2 ; β_3 ; β_4 ; β_5 e β_6 = coeficientes de regressão da respectiva variável e ε = residual da equação (CAR).

O modelo mais simples, que é o proposto para estimativa do GMDR estabelecido por Koch et al. (1963) (Modelo 1, Tabela 3), apresentou valores de 0,57, e -161,27, respectivamente, para R² e BIC. O modelo 3 apresentou menor valor de BIC (-170,64), e um R² de 0,80, desta maneira foi escolhido como o melhor preditor do GMDR individual. Os modelos 3, 4 e 5 exibiram valor de R² próximos entre si, demonstrando ajuste consistente aos dados.

Apesar da descrição de Schenkel et al. (2003), que a composição corporal influencia em até 5% a eficiência alimentar dos animais, no presente estudo as medidas de carcaça AOL e EGS não foram selecionadas como variáveis preditoras no modelo de CAR e GMDR.

Tabela 3. Modelos de equações utilizados na regressão linear múltipla para estimar o ganho médio diário, para o cálculo do ganho médio diário residual (GMDR)

Modelo	Equação	R ²	BIC
1	$GMD_{pred} = \beta_0 + \beta_1(IMS) + \beta_2(PMM) + \varepsilon$	0,57	-161,27
2	$GMD_{pred} = \beta_0 + \beta_1(IMS) + \beta_2(PMM) + \beta_3(SEXO) + \varepsilon$	0,76	-170,07
3	$GMD_{pred} = \beta_0 + \beta_1(IMS) + \beta_2(PMM) + \beta_3(SEXO) + \beta_4(IDDINI) + \varepsilon$	0,80	-170,64
4	$GMD_{pred} = \beta_0 + \beta_1(IMS) + \beta_2(PMM) + \beta_3(SEXO) + \beta_4(IDDINI) + \beta_5(AOL) + \varepsilon$	0,83	-169,61
5	$GMD_{pred} = \beta_0 + \beta_1(IMS) + \beta_2(PMM) + \beta_3(SEXO) + \beta_4(IDDINI) + \beta_5(AOL) + \beta_6(EGS) + \varepsilon$	0,83	-166,84

IMS = ingestão de matéria seca; PMM = peso médio metabólico; IDDINI = idade inicial; AOL = área de olho de lombo; EGS = espessura de gordura subcutânea; R² = coeficiente de determinação; BIC = critério de informação Bayesiano; GMD_{pred} = ganho médio diário predito; β_0 = interceptor; β_1 , β_2 , β_3 , β_4 , β_5 e β_6 = coeficientes de regressão da respectiva variável e ε = residual da equação (GMDR).

As estatísticas descritivas de todas as características analisadas estão apresentadas na Tabela 4. A ingestão de matéria seca apresentou média de 1,31 kg MS/dia, variando de 1,02 a 1,72 kg MS/dia, demonstrando diferença de 0,700 kg MS/dia entre o animal mais e o animal menos eficiente para CAR, enquanto o GMD apresentou média de 0,260 kg/dia, com amplitude de 0,180 a 0,350 kg / dia (Tabela 4).

Tabela 4. Média, desvio-padrão (DP), mínimo, máximo e coeficiente de variação (CV, %) para as características de desempenho, eficiência alimentar, carcaça e morfométricas de 24 ovinos Dorper

Variáveis	Média ± DP	Mínimo	Máximo	CV
PI (kg)	32,79 ± 5,54	24,00	44,50	16,89
PF (kg)	47,08 ± 6,64	36,00	61,50	14,11
PVM (kg)	39,94 ± 5,97	31,00	53,00	14,95
PMM (kg)	15,86 ± 1,76	13,14	19,64	11,13
IMS (kg/dia)	1,31 ± 0,18	1,02	1,72	13,54
IMS/PCM (kg/kg de PVM)	3,00 ± 0,00	3,00	4,00	7,14
IMS/PMM (kg/ kg de PMM)	8,00 ± 0,00	7,00	9,00	6,48
GP (kg)	14,29 ± 0,54	10,00	19,00	18,65
GMD (kg/dia)	0,26 ± 0,05	0,18	0,35	18,65
EAB (kg GMD / kg IMS)	0,20 ± 0,03	0,16	0,27	14,01
CA (kg IMS / kg GMD)	5,12 ± 0,66	3,71	6,28	12,98
IK (kg / kg PC)	0,02 ± 0,00	0,01	0,02	17,87
TCR (kg PC/ dia)	0,67 ± 0,13	0,51	1,00	19,60
GMDR (kg / dia)	0,00 ± 0,02	-0,04	0,03	-
CAR (kg MS / dia)	0,00 ± 0,06	-0,10	0,16	-
CGR (kg / dia)	0,00 ± 1,69	-3,21	2,88	-
AOL (cm ²)	10,35 ± 1,88	7,20	13,90	18,15
EGS (mm)	2,82 ± 0,45	2,30	3,80	16,07
CC (cm)	75,50 ± 4,19	68,00	83,00	5,55
AC (cm)	56,54 ± 2,40	51,00	61,00	4,24
AG (cm)	58,38 ± 2,43	51,00	63,00	4,16
PT (cm)	79,42 ± 4,03	71,00	87,00	5,08
LT (cm)	28,10 ± 1,49	25,00	30,00	5,30
LG (cm)	29,94 ± 1,32	28,00	34,00	4,41
CC1	0,62 ± 0,06	0,51	0,75	9,43
CC2	0,59 ± 0,06	0,51	0,71	9,51
IC	0,95 ± 0,04	0,87	1,00	3,86

N = número de animais; PI = peso corporal inicial; PF = peso corporal final; PMM= peso médio metabólico; IMS = ingestão de matéria seca; IMS/PCM = ingestão de matéria seca por peso corporal médio; IMS/PMM= ingestão de matéria seca por peso médio metabólico; GP = ganho de peso; GMD = ganho médio diário; EAB = eficiência alimentar bruta; CA = conversão alimentar; IK = índice de Klai-ber; TCR= taxa de crescimento relativo; GMDR = ganho médio diário residual; CAR = consumo alimentar residual; CGR = consumo e ganho residual; AOL = área de olho de lombo; EGS = espessura de gordura subcutânea; CC = comprimento corporal; AC = altura de cernelha; AG = altura de garupa; PT = perímetro torácico; LT = largura do tórax; LG = largura da garupa; CC1 = capacidade corporal 1; CC2 = capacidade corporal 2; IC = índice corporal.

Na classificação de acordo com o CAR, 7 animais (29%) foram classificados como eficientes, 10 animais (42%) como intermediários e 7 animais (29%) como menos eficientes. Enquanto, para classificação em relação ao CGR, 8 animais (33%) foram classificados como eficientes, 9 animais (38%) como intermediários e 7 animais (29%) como menos eficientes.

Os resultados referentes a média do CAR nas classes estabelecidas, mostram a classe eficiente com valores negativos de -0,07 MS/dia e a classe menos eficiente com valores 0,07 MS/dia, como esperado com a classificação (Tabela 5). Cabe ressaltar que houve diferença estatística significativa entre as classes de CAR ($p < 0,0001$). A diferença média na IMS entre as classes eficientes e menos eficientes foi de 0,210 kg MS / dia (1,22 vs. 1,43 kg MS/dia), observando diferença de 17,2% no consumo diário entre as classes ($P < 0,0001$, Tabela 5). Os animais eficientes consumiram cerca de 0,083 kg MS/dia a menos e os animais considerados menos eficientes, que consumiram cerca de 0,110 kg MS / dia a mais do que o previsto ($P < 0,0001$; Tabela 5). Da mesma forma, as médias referentes a IMS, expressas em PCM e PMM, foram menores na classe mais eficiente ($P < 0,0001$; Tabela 5), com diferença de 0,4% PVM / dia e 0,1% PMM / dia, respectivamente, em relação as classes de alto e baixo CAR.

O CGR apresentou diferença entre as classes de alto e baixo CAR, exibindo maior valor para a classe mais eficiente ($P < 0,05$). O resultado obtido pode ser considerado ideal, uma vez que valor maior é o desejado ao índice. Outras medidas de eficiência alimentar como EAB, CA, IK e TCR não diferiram estatisticamente entre as classes de CAR ($P > 0,05$), bem como GMD e as demais características de desempenho, carcaça e morfométricas (Tabela 5).

Tabela 5. Média, erro padrão e coeficiente de variação para características de desempenho, eficiência alimentar, carcaça e morfométricas de ovinos Dorper classificados como baixo, médio e alto consumo alimentar residual (CAR)

Variáveis	Consumo Alimentar Residual – CAR			CV	Valor p
	Baixo (Eficientes)	Médio (Intermediários)	Alto (Menos eficientes)		
N	7	10	7	-	-
PI (kg)	33,15 ± 2,15	31,61 ± 1,81	34,13 ± 2,21	17,31	0,6750
PF (kg)	46,69 ± 2,30	45,84 ± 1,94	49,24 ± 2,36	12,90	0,5486
PVM (kg)	39,92 ± 2,20	38,72 ± 1,85	41,69 ± 2,26	14,36	0,6144
PMM (kg)	15,86 ± 0,65	15,50 ± 0,55	16,37 ± 0,67	10,83	0,6160
IMS (kg/dia)	1,22 ± 0,05b	1,28 ± 0,05ab	1,43 ± 0,06a	10,85	0,0356
IMS/PCM (% PVM / dia)	3,1 ± 0,00c	3,3 ± 0,00b	3,5 ± 0,00a	5,72	0,0037
IMS/PMM (% PMM / dia)	7,7 ± 0,00c	8,3 ± 0,00b	8,8 ± 0,00a	3,77	<0,0001
GP (kg)	13,54 ± 0,70	14,23 ± 0,59	15,12 ± 0,72	12,90	0,3139
GMD (kg/dia)	0,25 ± 0,01	0,26 ± 0,01	0,27 ± 0,01	12,90	0,3139
EAB (kg GMD / kg IMS)	0,20 ± 0,01	0,20 ± 0,01	0,19 ± 0,01	12,43	0,7406
CA (kg IMS / kg GMD)	5,11 ± 0,22	4,99 ± 0,19	5,31 ± 0,23	11,41	0,5706
IK (kg / kg PC)	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	15,41	0,5858
TCR (kg PC/ dia)	0,63 ± 0,05	0,68 ± 0,04	0,68 ± 0,05	18,19	0,6829
GMDR (kg / dia)	0,01 ± 0,01	-0,00 ± 0,01	-0,01 ± 0,01	-	0,2890
CAR (kg MS / dia)	-0,07 ± 0,01c	0,00 ± 0,01b	0,07 ± 0,01a	-	<0,0001
CGR (kg / dia)	1,58 ± 0,48a	0,01 ± 0,35ab	-1,60 ± 0,49b	-	0,0007
AOL (cm ²)	10,92 ± 0,66	9,77 ± 0,56	10,59 ± 0,69	16,87	0,3960
EGS (mm)	2,91 ± 0,17	2,68 ± 0,15	2,91 ± 0,18	16,31	0,5138
CC (cm)	76,45 ± 1,50	74,72 ± 1,26	75,66 ± 1,53	5,22	0,6760
AC (cm)	55,44 ± 0,85	56,42 ± 0,72	57,83 ± 0,87	3,97	0,1770
AG (cm)	58,91 ± 0,94	57,97 ± 0,79	58,42 ± 0,96	4,24	0,7473
PT (cm)	78,81 ± 1,52	78,64 ± 1,28	81,13 ± 1,56	5,06	0,4489
LT (cm)	28,35 ± 0,55	27,74 ± 0,46	28,37 ± 0,57	5,18	0,6074
LG (cm)	29,80 ± 0,48	29,42 ± 0,40	30,81 ± 0,49	4,19	0,1176
CC1	0,61 ± 0,02	0,61 ± 0,02	0,65 ± 0,02	8,60	0,3384
CC2	0,59 ± 0,02	0,58 ± 0,02	0,60 ± 0,02	8,23	0,6415
IC	0,97 ± 0,01	0,95 ± 0,01	0,93 ± 0,01	3,60	0,1573

N = número de animais; PI = peso corporal inicial; PF = peso corporal final; PMM= peso médio metabólico; IMS = ingestão de matéria seca; IMS/PCM = ingestão de matéria seca por peso corporal médio; IMS/PMM= ingestão de matéria seca por peso médio metabólico; GP = ganho de peso; GMD= ganho médio diário; EAB = eficiência alimentar bruta; CA = conversão alimentar; IK = índice de Klai-ber; TCR = taxa de crescimento relativo; GMDR = ganho médio diário residual; CAR = consumo alimentar residual; CGR = consumo e ganho residual; AOL = área de olho de lombo; EGS = espessura de gordura subcutânea; CC = comprimento corporal; AC = altura de cernelha; AG = altura de garupa; PT = perímetro torácico; LT = largura do tórax; LG = largura da garupa; CC1 = capacidade corporal 1; CC2 = capacidade corporal 2; IC = índice corporal. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas (p<0,05).

Foi observado valor médio para CGR de -1,99, -0,11 e 1,87 kg / dia, respectivamente para as classes de baixo, médio e alto CGR. Os animais considerados eficientes em relação ao CGR consumiram aproximadamente 0,034 kg MS / dia a me-

nos do esperado, por outro lado os animais menos eficientes consumiram 0,099 kg MS a mais do esperado diariamente. Animais classificados como eficientes ao CGR ganharam 0,030 kg / PV, valor superior ao previsto, diferente dos animais não eficientes que deixaram de ganhar 0,009 kg / PV. Entre as classes de CGR não foram observadas diferenças estatísticas no GMD e na ingestão diária de MS ($P>0,05$; Tabela 6).

Tabela 6. Média, erro padrão e coeficiente de variação para características de desempenho, eficiência alimentar, carcaça e morfométricas de ovinos Dorper classificados como baixo, médio e alto consumo e ganho residual (CGR)

Variáveis	Consumo e ganho Residual – CGR			CV	Valor p
	Baixo (Menos eficientes)	Médio (Intermediários)	Alto (Eficientes)		
N	7	9	8	-	-
PI (kg)	32,81 ± 2,26	32,77 ± 2,06	32,80 ± 2,07	17,66	0,9999
PF (kg)	46,66 ± 2,44	46,88 ± 2,22	47,66 ± 2,23	13,25	0,9472
PVM (kg)	39,74 ± 1,32	39,83 ± 2,12	40,23 ± 12,13	14,88	0,9848
PMM (kg)	15,79 ± 0,69	15,82 ± 0,63	15,96 ± 0,63	11,09	0,9785
IMS (kg/dia)	1,35 ± 0,06	1,30 ± 0,06	1,27 ± 0,06	12,58	0,6771
IMS/PCM ((% PVM / dia)	3,4 ± 0,00	3,3 ± 0,00	3,2 ± 0,00	6,86	0,1420
IMS/PMM ((% PMM / dia)	8,5 ± 0,00	8,3 ± 0,00	7,9 ± 0,00	5,78	0,1011
GP (kg)	13,86 ± 0,74	14,11 ± 0,68	14,86 ± 0,68	13,29	0,5716
GMD (kg/dia)	0,25 ± 0,01	0,26 ± 0,01	0,27 ± 0,01	13,29	0,5716
EAB (kg GMD / kg IMS)	0,19 ± 0,01	0,20 ± 0,01	0,21 ± 0,01	11,46	0,1467
CA (kg IMS / kg GMD)	5,41 ± 0,21	5,14 ± 0,20	4,83 ± 0,20	10,63	0,1408
IK (kg / kg PC)	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	0,02 ± 0,00	15,59	0,7398
TCR (kg PC/ dia)	0,65 ± 0,05	0,66 ± 0,04	0,69 ± 0,04	18,36	0,8195
GMDR (kg / dia)	-1,03 ± 0,25c	-0,05 ± 0,23b	0,96 ± 0,23a	-	<0,0001
CAR (kg / dia)	0,96 ± 0,27a	0,06 ± 0,24a	-0,91 ± 0,24b	-	0,0001
CGR (kg / dia)	-1,99 ± 0,29c	-0,11 ± 0,27b	1,87 ± 0,27a	-	<0,0001
AOL (cm ²)	10,62 ± 0,71	10,21 ± 0,65	10,26 ± 0,65	17,58	0,9014
EGS (mm)	2,94 ± 0,18	2,64 ± 0,16	2,91 ± 0,16	16,17	0,4253
CC (cm)	74,43 ± 1,54	75,85 ± 1,41	76,04 ± 1,42	5,24	0,7113
AC (cm)	56,79 ± 0,90	57,28 ± 0,82	55,50 ± 0,83	4,09	0,3194
AG (cm)	57,45 ± 0,95	59,01 ± 0,87	58,47 ± 0,87	4,16	0,5074
PT (cm)	78,98 ± 1,63	79,47 ± 1,49	79,74 ± 1,49	5,25	0,9405
LT (cm)	28,29 ± 0,55	27,52 ± 0,50	28,60 ± 0,51	5,03	0,3464
LG (cm)	30,19 ± 0,54	29,85 ± 0,50	29,82 ± 0,50	4,62	0,8604
CC1	0,62 ± 0,02	0,62 ± 0,02	0,63 ± 0,02	9,05	0,9390
CC2	0,59 ± 0,02	0,59 ± 0,02	0,60 ± 0,02	8,38	0,9200
IC	0,94 ± 0,02	0,95 ± 0,01	0,95 ± 0,01	3,91	0,8211

N = número de animais; PI = peso corporal inicial; PF = peso corporal final; PMM = peso médio metabólico; IMS = ingestão de matéria seca; IMS/PCM = ingestão de matéria seca por peso corporal médio; IMS/PMM = ingestão de matéria seca por peso médio metabólico; GP = ganho de peso; GMD = ganho médio diário; EAB = eficiência alimentar bruta; CA = conversão alimentar; IK = índice de Klai-ber; TCR = taxa de crescimento relativo; GMDR = ganho médio diário residual; CAR = consumo ali-

mentar residual; CGR = consumo e ganho residual; AOL = área de olho de lombo; EGS = espessura de gordura subcutânea; CC = comprimento corporal; AC = altura de cernelha; AG = altura de garupa; PT = perímetro torácico; LT = largura do tórax; LG = largura da garupa; CC1 = capacidade corporal 1; CC2 = capacidade corporal 2; IC = índice corporal. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$).

Pelo fato de o CGR considerar na estimativa o CAR e GMDR, diferenças significativas foram identificadas para ambas as variáveis entre as classes de alto e baixo CGR ($p < 0,0001$). Salienta-se que houve diferença estatística significativa entre as classes de CGR ($p < 0,0001$).

As médias para as características de desempenho (PI, PF, PVM e PMM), de ingestão (IMS/PVM e IMS/PMM), de eficiência (EA, CA, IK e TCR), de carcaça (AOL e EGS) e morfométricas (CC, AC, AG, PT, LG, LT, CC1, CC2 e IC) se mostraram próximas entre si, não exibindo diferenças significativas entre as respectivas classes de CGR ($p > 0,05$, Tabela 6).

Nesse estudo a correlação entre CAR ou CGR e as demais características se apresentaram de nula a alta (Tabela 7). O CAR apresentou correlação alta e positiva com IMS, expressa em PCM e PMM, com coeficientes iguais a 0,69 ($p < 0,05$) e 0,83 ($p < 0,0001$), respectivamente. O coeficiente de correlação entre CAR e CGR foi alto e negativo (-0,86, $p < 0,0001$). Por outro lado, o CGR apresentou correlação alta e positiva com GMDR (0,86, $p < 0,0001$). Estas duas variáveis (CAR e GMDR) foram empregadas na estimativa de CGR. Correlação moderada positiva foi observada entre CAR e IMS (0,49, $p < 0,05$), e moderada negativa entre CAR e GMDR e IC de -0,47 e -0,42 ($p < 0,05$), respectivamente. O CGR mostrou-se moderadamente correlacionado de forma negativa com IMS expressa em PMM e CA, de -0,47 e -0,58 ($p < 0,05$), respectivamente. Entre CGR e EAB a correlação foi moderada positiva igual a 0,55 ($p < 0,05$).

As características PI, PF, PVM, PMM, GP, GMD, EAB, CA, IK, TCR, AOL, EGS, CC, AC, AG, PT, LT, LG, CC1 e CC2 não apresentaram correlação significativa com o CAR. Em relação ao CGR as características PI, PF, PVM, PMM, GP, GMD, IMS, IMS/PMC, IK, TCR, AOL, EGS, CC, AC, AG, PT, LT, LG, CC1, CC2 e IC não demonstraram correlação significativa. Desta maneira quando consideradas não

significativas os valores exibidos tendem a zero, sendo consideradas desta forma correlações nulas.

Tabela 7. Coeficiente de correlação de Pearson do consumo alimentar residual (CAR), e consumo e ganho residual (CGR) e características de desempenho, eficiência alimentar, carcaça e morfométricas em ovinos Dorper

		Características de Desempenho							
	PI	PF	PVM	PMM	GP	GMD	IMS	IMS/PCM	IMS/PMM
CAR	0,04	0,10	0,07	0,07	0,19	0,19	0,49*	0,69*	0,83**
CGR	-0,09	0,00	-0,05	0,04	0,28	0,28	-0,28	-0,39	-0,47*
		Características de Eficiência Alimentar							
	EAB	CA	IK	TCR	CAR	GMDR	CGR		
CAR	-0,23	0,26	0,13	0,10	1,00	-0,47*	-0,86**		
CGR	0,55*	-0,58*	0,27	0,25	-0,86**	0,86**	1,00		
		Características de Carcaça							
	AOL	EGS							
CAR	-0,00	0,08							
CGR	-0,20	-0,16							
		Características Morfométricas							
	CC	AC	AG	PT	LT	LG	CC1	CC2	IC
CAR	-0,14	0,33	-0,10	0,18	-0,05	0,23	0,22	0,04	-0,42*
CGR	0,11	-0,26	0,07	-0,01	0,04	-0,14	-0,05	0,02	0,15

N = número de animais; PI = peso corporal inicial; PF = peso corporal final; PMM= peso médio metabólico; IMS = ingestão de matéria seca; IMS/PCM = ingestão de matéria seca por peso corporal médio; IMS/PMM= ingestão de matéria seca por peso médio metabólico; GP = ganho de peso; GMD= ganho médio diário; EAB = eficiência alimentar bruta; CA = conversão alimentar; IK = índice de Klai-ber; TCR= taxa de crescimento relativo; GMDR = ganho médio diário residual; CAR = consumo alimentar residual; CGR = consumo e ganho residual; AOL = área de olho de lombo; EGS = espessura de gordura subcutânea; CC = comprimento corporal; AC = altura de cernelha; AG = altura de garupa; PT = perímetro torácico; LT = largura do tórax; LG = largura da garupa; CC1 = capacidade corporal 1; CC2 = capacidade corporal 2; IC = índice corporal. *p<0,05, **p<0,0001. Correlações seguidas de nenhum sobrescrito não indicam significância.

4. Discussão

Avaliando a classificação dos ovinos em relação a sua eficiência, 21% deles foram considerados como eficientes e menos eficientes tanto para CAR quanto para CGR. Dos 7 animais considerados eficientes ao CAR, 71% apresentam a mesma eficiência ao CGR. Por outro lado, 63% dos animais classificados como eficientes ao

CGR foram classificados com baixo CAR. Essa diferença se deve ao fato de o CGR considerar não apenas o consumo, mas também o ganho residual dos animais. Não houve animais eficientes ao CAR e menos eficientes ao CGR ou vice-versa, reforçando a consistência dos dados entre as classificações.

Diferenças significativas entre as classes de CAR e CGR não foram identificadas para as características PI, PF, PVM, PMM e GMD ($p > 0,05$). Estes resultados eram esperados, uma vez que Koch et al. (1963) e Berry e Crowley (2012) sugeriram que a identificação de animais eficientes para CAR e CGR, deveria proporcionar a obtenção de animais com menor consumo, exibindo ganho de peso semelhantes e ainda sem alteração no tamanho corporal.

Os resultados acima de peso corporal, metabólico e ganho de peso corroboram com os obtidos em ovinos em crescimento (Carneiro et al., 2019, Montelli et al., 2019; Nascimento et al., 2020). Os dados obtidos sugerem que as características CAR e CGR seriam apropriadas como indicadoras de eficiência alimentar em animais jovens, uma vez que não produzem alterações no tamanho corporal adulto, sem ocasionar aumento das exigências nutricionais.

Outro fator importante a ser notado são os valores das estimativas de herdabilidade para a característica CAR, que na literatura variam de baixa a alta magnitude em ovinos ($0,17 \pm 0,07$ a $0,45 \pm 0,08$) (Paganoni et al. 2017; Hess et al. 2019; Tortereau et al. 2020). Os autores recomendam o uso do CAR como critério de seleção em programas de melhoramento, uma vez que mudança genética deve ser esperada pela seleção de animais superiores, evidenciando a importância de se estudar esta característica. De acordo com Razook et al. (1993), o progresso genético é passível de ser alcançado no rebanho por meio de seleção usando critérios de seleção simples e com base em informações de desempenho fenotípico individual, quando a magnitude da herdabilidade da característica é moderada a alta. Desta forma, espera-se que o progresso genético para CAR seja alcançado e pode ser eficiente a seleção de reprodutores na espécie ovina, já que esta espécie apresenta intervalo de geração reduzido comparado aos bovinos. Para isso, é importante compreender melhor a variação fenotípica e genética aditiva em populações ovinas.

Entre as classes de eficiência ao CAR é possível observar proximidade entre as médias de ganho de peso, até mesmo para a classe que apresentou menor consumo de alimento, ou seja, a classe de maior eficiência, pois é esperado que em animais de baixo CAR expressem para quantidade específica de alimento, maior eficiência na obtenção de ATPs (Rajaei-Sharifabadi et al., 2012; Zamiri et al., 2017).

As observações semelhantes de GMD entre as classes de CAR estão de acordo com o descrito por Paula et al. (2013), Montelli et al. (2019) e Arce-Recinos et al. (2022). De forma análoga, o GMD foi semelhante para as classes de CGR, concordando com os resultados obtidos por Carneiro et al. (2019), Montelli et al. (2019) e Nascimento et al. (2020). Embora os valores obtidos para GMD entre as classes de CAR foram próximos, a IMS mostrou-se diferente entre as três classes (alto, médio e baixo CAR). Foi verificado que animais classificados com baixo CAR consumiram menos 0,210 kg MS / dia, que corresponde a consumo diário 17,2% menor em comparação com os animais de alto CAR. Resultados semelhantes foram relatados por Lima et al. (2017), Montelli et al. (2019) e Arce-Recinos et al. (2022), que descreveram consumo menor para animais mais eficientes. As diferenças de IMS relatadas entre animais eficientes e menos eficientes pelos mesmos autores foram 0,170, 0,190 e 0,160 kg MS / dia, respectivamente. É importante notar que o resultado de consumo obtido no presente estudo foi superior aos valores encontrados na literatura, o que pode ser atribuído as diferenças entre raças, idades, manejo nutricional e demais fatores genéticos e ambientais intrínsecos de cada estudo.

Essa diferença na IMS entre os estudos citados pode estar relacionada ao cruzamento ou raça utilizada, assim como diferenças na idade dos animais. Os cordeiros avaliados por Lima et al. (2017) e Montelli et al. (2019) eram oriundos do cruzamento Dorper e Santa Inês, já no estudo de e Arce-Recinos et al. (2022) os cordeiros Pelibuey apresentavam idade menor comparada aos animais avaliados no presente estudo. Outro aspecto que apresenta influência sobre o grau de eficiência alimentar dos animais é a dieta utilizada. Nos experimentos realizados pelos autores citados anteriormente, o volumoso oferecido na dieta foi feno de *Cynodon*, diferente do presente estudo em que a base da dieta era silagem de milho.

Em cordeiros Ile de France, Paula et al. (2013) identificaram diferença no consumo diário de 0,210 kg MS/dia entre animais eficientes e menos eficientes, o mesmo valor foi identificado no presente estudo. Em geral, os estudos em ovinos indicaram diferenças significativas para IMS entre as classes de CAR, sendo que animais de baixo CAR exibem IMS menor (Goldansaz et al., 2020; Montelli et al., 2019; Zhang et al., 2019). Estes resultados são informações importantes para seleção animal, visto que o custo com alimentação pode chegar a 70% do custo total de produção (Lima et al., 2017).

O CAR, portanto, auxilia na identificação de animais com menores exigência de manutenção, ocasionando em menor ingestão de matéria seca conservando o mesmo desempenho em ganho de peso, proporcionando uma maior eficiência produtiva as criações (Arthur et al., 2001). A diferença de 17,2% na IMS observada entre os animais de alto e baixo CAR, quando projetados em grandes escalas para um sistema produtivo acarretará no impacto econômico do sistema e como consequência torná-lo-á mais sustentável.

Com relação a classificação do CGR, os ovinos não apresentaram diferenças estatísticas na IMS. Em nosso estudo Consumo menor em animais eficientes não foi verificado quando comparado a animais menos eficientes. Esse resultado pode estar ligado a falta de correlação entre CGR e IMS, colaborando com os resultados obtido no estudo de Carneiro et al. (2019), Nascimento et al. (2020) e Arce-Recinos et al. (2022) que não observaram redução na ingestão de alimento na comparação das classes de CGR. Montelli et al. (2019) por outro lado encontraram diferença e uma redução de 7,3% no consumo diário de MS.

Outras medidas de eficiência alimentar como EAB, CA, TCR e IK, que são comumente utilizadas na pecuária de corte (Gomes et al., 2012), não apresentaram diferenças significativas observadas entre as classes de CAR e CGR ($p > 0,05$), possivelmente pelo fato do GMD se apresentar próximo entre as classes. Distintamente, Carneiro et al. (2019) identificaram melhora significativa na EAB de 27,6% e na CA de 23,1% entre as classes de animais menos eficientes e eficientes ao CGR. Para a mesma classificação Lima et al. (2017), Nascimento et al. (2020) e Arce-Recinos et al. (2022) observaram melhora significativa nos parâmetros de CA, entre os não efi-

cientes e eficientes de 19,6%, 15,7% e 17%, respectivamente. Por outro lado, Arce-Recinos et al. (2022) não observaram diferenças para EAB e CA entre a classificação ao CAR, e os resultados do presente estudo corroboraram aos resultados obtidos por estes autores.

Para as dimensões TCR e IK, os autores Zhang et al. (2021) e Nascimento et al. (2020) não observaram diferenças significantes entre os grupos de CAR e CGR, respectivamente. De forma semelhante, Lima et al. (2017) não identificaram diferenças significativas para TCR e IK entre as classes eficientes e menos eficientes para CAR. Por outro lado, Paula et al. (2013) observaram diferença entre as classes de CGR, com os cordeiros de alto CGR apresentando maiores valores de TCR e IK (0,41 e 0,02, respectivamente). Os valores médios obtidos pelo mesmo autor foram menores para TCR e idênticos para IK aos obtidos no presente estudo (0,67 e 0,02, respectivamente).

Os animais avaliados no presente estudo apresentaram média de 2,82 mm para EGS, este valor médio se encontra abaixo da faixa indicada por Redden et al. (2013). O autor preconiza a faixa entre 3 e 5 mm, como sendo ideal para proteção da carcaça durante resfriamento em frigorífico. Contudo, quando analisado o desvio-padrão dos dados para EGS de 0,45 entende-se por si que existem animais dentro da faixa considerada adequada, diferenças esperadas, assim como em outras populações. Outro fator relevante é o comportamento da curva de crescimento animal, ou seja, espera-se que o tecido adiposo apresente deposição mais tardia na vida do indivíduo (Berg e Butterfield, 1976). Desta forma, novos estudos de CAR e CGR em diferentes períodos da vida do animal seriam indicados para melhor compreensão da relação entre eficiência alimentar e composição corporal.

As características de carcaça avaliadas por ultrassonografia foram semelhantes entre as classes de CAR, assim como para CGR, sugerindo que o acabamento da carcaça não foram alterados pelo nível de eficiência alimentar nos animais avaliados. Estudos anteriores não relataram mudanças nas características de carcaça quando compararam com as diferentes classificações do CAR (Rocha et al. 2018; Zhang et al. 2021; Arce-Recinos et al. 2022).

Os animais classificados ao CAR como eficientes e menos eficientes exibiram 10,92 e 10,59 cm² para AOL, respectivamente, valores superiores ao observado por Arce-Recinos et al. (2022) que identificaram AOL variando de 7,42 a 7,86 cm². A superioridade observada no presente estudo pode ser explicada pela aptidão da raça Dorper para produção de carne comparada a raça Pelibuey, que foi a raça estudada por Arce-Recinos et al. (2022). Para EGS, a média observada foi de 2,91 mm para ambas classificações de baixo e alto CAR, valores médios de 2,90 e 3,12 mm foram encontrados pelos mesmos autores na raça Pelibuey, para animais eficientes e não eficientes, respectivamente, e estes valores foram levemente superiores aos apresentados na Tabela 5, obtidos nos ovinos da raça Dorper do presente estudo.

Diferenças nas características carcaça não foi identificada quando utilizada a categorização pelo CGR, o mesmo foi verificado por Nascimento et al. (2020), Montelli et al. (2021) e Arce-Recinos et al. (2022). Animais considerados eficientes e menos eficientes ao CGR apresentaram valores médios para AOL de 10,26 e 10,62 cm², respectivamente. Logo, para a característica EGS o valor médio foi respectivamente de 2,91 e 2,94 para animais de alto e baixo CGR. Arce-Recinos et al., (2022) observaram para AOL valores médios de 7,62 cm² em ambas classes de alto e baixo CGR, avaliando a mesma classificação observaram para EGS média de 2,90 e 2,92 mm, respectivamente. Os resultados do presente estudo foram superiores aos valores descritos por estes autores.

Diferenças significativas não foram identificadas entre as classes de CAR e CGR para as características morfométricas, tais como os índices corporais calculados ($p > 0,05$). A utilização de medidas morfométricas como preditor da composição corporal ou de carcaça tem sido efetivamente empregada na pecuária de corte (Fisher, 1975), principalmente, por possibilitar descarte precoce de animais avaliados (Scholz et al. 2015). Portanto, também deve ser empregada na ovinocultura de corte, pois, oferece possibilidades de melhoria na proporção e rendimento dos cortes, além de predispor agregação de valor aos produtos bem como viabilização de bonificação econômica aos produtores, sendo deste modo importante a realização de novos estudos.

Os índices corporais possibilitam a estimativa da capacidade do desenvolvimento corporal dos animais, indicando o teor de acúmulo muscular (Araújo Filho et al., 2007). Diferenças estatísticas significativas não foram identificadas entre os grupos de eficiência para CC1, CC2 e IC, em que os valores observados se mostraram superiores aos valores identificados por Freitas et al. (2020) em ovinos mestiços Dorper e Santa Inês, dos quais apresentaram peso corporal menor. Conforme Sousa et al. (2009), valores de CC1 e CC2 superiores a 0,5 indicam animais mais curtos e brevilineos, o que é uma conformação desejável em rebanhos de corte, portanto, pode-se considerar que os animais aqui avaliados apresentaram conformação desejáveis ao abate. Considerando a classificação de índice corporal proposta por McManus et al. (2008), os animais avaliados no presente estudo apresentaram conformação longilínea, com IC maior que 0,90, no entanto, esses animais apresentavam-se em fase de crescimento, havendo possíveis mudanças corporais, pois o PT aumenta em relação ao ganho de peso, ocasionando alteração na conformação corporal.

Os resultados obtidos no presente estudo foram condizentes e reforçam as proposições de Koch et al. (1963) e Berry et al. (2012) sobre as estimativas do CAR e CGR, respectivamente, indicando a não dependência do tamanho corporal dos animais, demonstrando que a eficiência alimentar não é afetada pela estrutura física dos indivíduos. Desta forma, o CAR não apresentou correlação com o GMD, corroborando com resultados descritos na literatura (Paula et al., 2013; Lima et al., 2017; Zhang et al., 2021). O CAR se mostrou moderadamente correlacionado a IMS ($p < 0,05$), assim como alta correlação com a IMS expressa pelo PCM e PMM ($p < 0,05$ e $p < 0,0001$ respectivamente), concordando com as suposições de Zhang et al. (2017) de correlação positiva entre CAR e IMS. O coeficiente de correlação entre CAR e IMS (0,49, $p < 0,05$) no presente estudo foi maior ao estimado por Lima et al. (2017) que obtiveram correlação fenotípica de 0,41.

O CGR apresentou moderada e negativa correlação fenotípica com a IMS expressa pelo peso metabólico (-0,47, $p < 0,05$), para IMS bruta não foi identificada correlação significativa ($p > 0,05$). Em estudo anterior realizado por Lima et al. (2017) foi observado coeficiente de correlação de -0,22, entre CGR e IMS. O índice CGR exibiu moderada correlação com a medida EAB (0,55, $p < 0,05$), bem como moderada

correlação negativa com CA (-0,58, $p < 0,05$). Estes valores foram inferiores em pequena magnitude aos relatados por Lima et al., (2017), que descreveram coeficientes de correlação fenotípica entre CGR e EAB e CA de 0,69 e -0,68, respectivamente.

Coeficiente de correlação alto e negativo foi observado entre CGR e CAR (-0,86, $p < 0,05$), assim como alta correlação entre CGR e GMDR (0,86, $p < 0,05$), valores próximos ao encontrado por Lima et al. (2017) e Nascimento et al. (2020) que encontraram coeficientes de -0,92 e -0,90 entre CGR e CAR, respectivamente. Em contrapartida, os autores observaram para CGR e GMDR coeficiente de correlação de 0,92 e 0,90, respectivamente. Essa alta correlação fenotípica entre as características é justificada pelo fato de o CGR ser um índice derivado do CAR e GMDR.

Recentemente, a correlação fenotípica entre as medidas de eficiência (CAR e CGR) e as características de caracaça avaliadas por ultrassonografia (AOL e EGS) tem sido o foco de diversos estudos. Nos dados analisados, não foram estimadas correlações fenotípicas significativas entre CAR e CGR e as características de caracaça medidas por ultrassonografia ($p > 0,05$). Desta forma, as características mencionadas poderiam ser consideradas variáveis independentes, com correlações nulas. Estes resultados diferiram do que foi observado em estudos realizados anteriormente por Zhang et al. (2017) que obtiveram coeficiente de correlação igual a 0,23 entre CAR e EGS, e de 0,18 entre CAR e EGS.

Entre os índices corporais calculados, o IC apresentou correlação moderada e negativa com o CAR (-0,42, $p < 0,05$), supondo que animais mais eficientes exibem maior IC, ou seja, maior relação entre CC e PT.

No presente estudo não foi possível identificar associação linear entre as variáveis CAR e PI, PF, PVM, PMM, GP, GMD, EAB, CA, IK, TCR, AOL, EGS, CC, AC, AG, PT, LT, LG, CC1 e CC2, bem como entre as variáveis CGR e PI, PF, PVM, PMM, GP, GMD, IMS, IMS/PMC, IK, TCR, AOL, EGS, CC, AC, AG, PT, LT, LG, CC1, CC2 e IC. Coeficientes de correlação não diferentes de zero, estatisticamente não significativos ($p > 0,05$), foram identificados entre elas.

5. Conclusão

Ovinos eficientes da raça Dorper para consumo alimentar residual apresentaram redução significativa no consumo de alimento. Além disso, os animais eficientes tanto ao CAR quanto ao CGR apresentaram desempenho satisfatórios em ganho de peso, sem alterações na estrutura física e sem comprometimento das características de carcaça avaliadas por ultrassonografia, que também são características relevantes do ponto de vista econômico.

6. Referências

Akaike H (1973) Information theory and extension of the maximum likelihood principle. In: International Symposium on Information Theory. **Anais...** Budapest, Akademiai Kiado, p. 267-281.

AOAC - *Official methods of analysis of International (2005) Official Methods of Analysis of AOAC International, 18^{ed}. AOAC, Washington.*

Araújo Filho JT, Costa RG, Fraga AB, Sousa WH, Gonzaga Neto S, Batista ASM, Cunha MGG (2007) Efeito de dieta e genótipo sobre medidas morfométricas e não constituintes da carcaça de cordeiros deslanados terminados em confinamento. **Revista Brasileira Saude Produção Animal** 8:394-404.

Arce-Recinos C, Chay-Canul AJ, Alarcón-Zúñiga B, Ramos-Juárez JA, Vargas-Villamil LM, Aranda-Ibáñez EM, Sánchez-Villegas NC, Costa RLD (2021) Feed efficiency indexes in hair sheep: meat quality and associated genes. Review. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias** 12:523-552. doi: 10.22319/rmcp.v12i2.5642.

Arce-Recinos C, Ramos-Juárez JA, Hernández-Cázares AS, Crosby-Galván MM, Alarcón-Zúñiga B, Miranda-Romero LA, Chay-Canul AJ (2022) Interplay between feed efficiency indices, performance, rumen fermentation parameters, carcass characteristics and meat quality in Pelibuey lambs. **Meat Science** 183:108670. doi: 10.1016 /j.meatsci.2021.108670.

Archer JA, Richardson EC, Herd RM, Arthur PF (1999) Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: A review. **Australian Journal of Agricultural Research** 50:147-161. doi: 10.1071/A98075.

Arthur JPF, Herd RM (2008) Residual feed intake in beef cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37:269-279. doi: 10.1590/S1516-35982008001300031

Berg RT, Butterfield RM (1976) **New concepts of cattle growth**. Austrália: Sydney University Press, 240p.

Berry DP, Crowley JJ (2012) Residual intake and body weight gain: A new measure of efficiency in growing cattle. **Journal of Animal Science** 90: 109-115, doi:10.2527/jas.2011-4245.

Berry DP, Crowley JJ (2013) Cell Biology Symposium: Genetics of feed efficiency in dairy and beef cattle. **Journal of Animal Science** 91:1594–1613. doi: 10.2527 / jas2012-5862.

Bezerra LR, Sarmiento JLR, Neto SG, Paula NRO, Oliveira RL, Rêgo WMF (2013) Residual feed intake: a nutritional tool for genetic improvement. **Tropical Animal Health and Production**, 45:1649–1661. doi:10.1007/s11250-013-0435-y.

Bravo S, Sepúlveda N (2010) Índices Zoométricos en Ovejas Criollas Araucanas. **International Journal of Morphology** 28:489–495.

Cantalapiedra-Hijar G, Abo-Ismael M, Carstens GE, Guan LL, Hegarty R, Kenny DA, McGee M, Plastow G, Relling A, Ortigues-Marty I (2018) Review: Biological determinants of between-animal variation in feed efficiency of growing beef cattle. **Animal** 12:321-335. doi:10.1017/S175173111800148.

Carneiro MMY, Morais MG, Souza ARDL, Fernandes HJ, Feijó GLD, Bonin MN, Franco GL, Rocha RFAT (2019) Residual intake and gain for the evaluation of performance, non-carcass components, and carcass characteristics of confined cross-bred Texel lambs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 48:e 20180206. doi:10.1590/rbz4820180206.

Costa Junior GS, Campelo JEG, Azevêdo DMMR, Martins Filho R, Cavalcante RR, Lopes JB, Oliveira ME (2006) Caracterização morfométrica de ovinos da raça Santa Inês criados nas microrregiões de Teresina e Campo Maior, Piauí. **Revista Brasileira de Zootecnia** 35:2260–2267.

Delveaux CAB, Morelli M, Branco RH, Cyrillo JNSG; Carrilho RC, Mercadante ZME, Figueiredo SMB (2020) Association between residual feed intake, digestion, ingestive behavior, enteric methane emission and nitrogen metabolism in Nellore beef cattle. **Animal Science Journal**, 91 –. doi:10.1111/asj.13455.

Ellison MJ, Conant GC, Lamberson WR, Cockrum RR, Austin KJ, Regra DC, Cammack KM (2017) Diet and feed reduction status of sheep microbial profiles. **Small Ruminant Research** 156:12-19. doi: 10.1016/j.smallrumres.2017.08.009.

Fisher AV (1975) The accuracy of some body measurements on live beef steers. **Livestock Science** 2:357-366.

Fitzhugh HA, Taylor CS (1971) Genetic analysis of degree of maturity. **Journal of Animal Science** 33:717-725.

Freitas ACB, Costa RLD, Quirino CR, Bartholazzi Junior A, Vega WHO, Beltrame RT, Campos FP (2020) The effects of genetic group and sex on residual feed intake, performance, morphometric, testicular, and carcass traits' in lambs. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 92-. doi: 10.1590/0001-3765202020190340.

Goldansaz SA, Markus S, Berjanskii M, Rout M, Guo AC, Wang Z, Wishart DS (2020) Candidate serum metabolite biomarkers of residual feed intake and carcass merit in sheep. **Journal of Animal Science**, Article skaa298. doi: 10.1093/jas/skaa298.

Gomes RC, Sainz RD, Silva SL, Cesar MC, Bonin MN, Leme PR (2012) 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** 150:265–273.

Hess MK, Johnson P, Knowler K, Hickey S, Hess A, McEwan J, Rowe SJ (2019) GWAS for Methane Yield, Residual Feed Intake and Liveweight in New Zealand Sheep. **Proceedings of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics** 23:302.

Kleiber M (1936) Problems involved in breeding for efficiency of food utilization. **Proceedings of the American Society of Animal Production** 29:247–258.

Koch RM, Swiger LA, Chambers D, Gregory KE (1963) Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of Animal Science** 22:486–494. doi:10.2527/jas1963.222486x.

Lima NLL, Ribeiro CRF, Sá HCM, Leopoldino-Júnior I, Cavalcanti LFL, Santana RAV, Furusho-Garcia IF, Pereira IG (2017) Economic analysis, performance, and feed efficiency in feedlot lambs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 46:821–829. doi:10.1590/s1806-92902017001000005.

Manafiazar G, Baron VS, McKeown LB, Hushton C, Ominski K, Plastow G, Basarab JA (2020) Methane and carbon dioxide emissions from yearling beef heifers and mature cows classified for residual feed intake under drylot conditions. **Canadian Journal of Animal Science** 100:522-535. doi:10.1139/CJAS-2019-0032.

Mcmanus CM, Santos SA, Silva JA, Louvandini H, Abreu UGP, Sereno JRB, Mariante AS (2008) Body Indices for the pantaneiro horse. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science** 45(5):362-70.

Meyer AM, Vraspir RA, Ellison MJ, Cammack KM (2015) The relationship of residual feed intake and visceral organ size in growing lambs fed a concentrate-or forage-based diet. **Livestock Science** 176:85-90. doi:10.1016/j.livsci.2015.03.019.

Montelli NLLL, Almeida AK, Ribeiro CRF, Grobe MD, Abrantes MAF, Lemos GS, Furusho Garcia IF, Pereira IG (2019) Performance, feeding behavior and digestibility of nutrients in lambs with divergent efficiency traits. **Small Ruminant Research** 180:50–56. doi:10.1016/j.smallrumres.2019.07.016.

Montelli NLLL, Alvarenga TIRC, Almeida AK, Alvarenga FAP, Furusho-Garcia IF, Greenwood PL, Pereira IG (2021) Associations of feed efficiency with circulating IGF-1 and leptin, carcass traits and meat quality of lambs. **Meat Science** 173:108379.

Muro-Reyes A, Gutierrez-Banuelos H, Diaz-Garcia LH, Gutierrez-Pina FJ, Escareno-Sanchez LM, Banuelos-Valenzuela R, Medina-Flores CA, Corral Luna A (2011) Potential environmental benefits of residual feed intake as strategy to mitigate methane emissions in sheep. **Journal of Animal and Veterinary Advances** 10:1551-1556. doi: 10.3923 / javaa.2011.1551.1556.

- Nascimento EM, Maggioni H, Bach CIS, Nascimento WG, Fernandes SR, Neto AFG (2020) Residual intake and body weight gain on the performance, ingestive behavior, and characteristics of longissimus muscle of Dorper×Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research** 192:106248. doi: 10.1016/j.smallrumres.2020.106248.
- Nascimento ML, Souza ARDL, Chaves AS, Cesar ASM, Tullio RR, Medeiros S R, Lanna DPD (2016) Feed efficiency indexes and their relationships with carcass, non-carcass and meat quality traits in Nelore steers. **Meat Science** 116:78–85.
- Pacheco PS, Restle J, Valença KG, Lemes DB, Menezes FR, Machado GKG (2014) Análise econômica determinística da terminação em confinamento de novilhos abatidos com distintos pesos. **Ciência Animal Brasileira** 15:420-427. doi: 10.1590/1089-6891v15i425747.
- Paganoni B, Rose G, Macleay C, Jones C, Brown D, Kearney G, Ferguson M, Thompson AN (2017) More feed efficient sheep produce less methane and carbon dioxide when eating high-quality pellets. **Journal of Animal Science** 95:3839. doi: 10.2527/jas2017.1499.
- Patterson T, Klopfenstein TJ, Milton T, Brink DR (2000) Evaluation of the 1996 beef cattle NRC model predictions of intake and gain for calves fed low or medium energy density diets. **Nebraska Beef Report** 73-A:26–29.
- Paula EFE, Monteiro ALG, Souza DF, Prado OR, Nomura TM, Stivari TSS, Silva CJA, Santana MHA (2013) The residual feed intake and its relationship with performance and efficiency measures and in vivo carcass characteristics of lambs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 65:566–572. doi: 10.1590/S0102-09352013000200037.
- Razook AG, Figueiredo LA, Bonilha Neto LM, Trovo JBF, Packer IU, Pacola LJ, Candido JG (1993) Intensidades de seleção e respostas direta e correlacionadas em 10 anos de progênies de bovinos das raças Nelore e Guzerá para peso pós-desmame. **Boletim Indústria Animal** 50(2):147-163.
- Rajaei-Sharifabadi H, Zamiri MJ, Rowghani E, Bottje WG (2012) Relationship between the activity of mitochondrial respiratory chain complexes and feed efficiency in fat-tailed Ghezel lambs. **Journal of Animal Science** 90:1807–1815.
- Redden RR, Surber LMM, Grove AV, Kott RW (2013) Growth efficiency of ewe lambs classified into residual feed intake groups and pen fed a restricted amount of feed. **Small Ruminant Research** 114(2–3):214–219.
- Redden RR, Surder LMM, Roeder BL, Nichols BM, Paterson JA, Kott RW (2011) Residual feed efficiency established in a post-weaning growth test may not result in more efficient ewes on the range. **Small Ruminant Research** 96:155–159.
- Rocha RFAT, Souza ARDL, Morais MG, Carneiro HJ, Fernandes MMY, Feijo GLD, Menezes BB, Walker CC (2018) Performance, carcass traits, and non-carcass components of feedlot finished lambs from different residual feed intake classes. **Semina: Ciências Agrárias** 39(6):2645–2658.
- Sas Institute (2011) **Statistical Analysis Systems User's Guide**. Version 9.3. Cary: SAS Institute Inc.

Schenkel FS, Miller SP, Wilton JW (2003) Genetic parameters of feed efficiency, growth and carcass traits of beef bulls. **Canadian Journal of Animal Science** 83:617-618.

Scholz AM, Bünger L, Kongsro J, Baulain U, Mitchell AD (2015) Non-invasive methods for the determination of body and carcass composition in live-stock: dual-energy X-ray absorptiometry, computed tomography, magnetic resonance imaging, and ultrasound: invited review. **Animal** 9:1250–1264.

Schwarz G (1978) Estimating the dimension of a model. **The annals of statistics** 6:461-464.

Tortereau F, Marie-Etancelin C, Weisbecker JL, Marcon D, Bouvier F, Moreno-Romieux C, François D (2020) Genetic parameters for feed efficiency in Romane rams and responses to single-generation selection. **Animal** 14(4):681-687. doi:10.1017/S1751731119002544.

*Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science** 74:3583-3597.*

Yeaman JC, Waldron DF, Willingham TD (2013) Growth and feed conversion efficiency of Dorper and Rambouillet lambs. **Journal of Animal Science** 91:4628-4632.

Zamiri MJ, Mehrabi R, Kavosi GR, Rajaei-Sharifabadi H (2017) Relationships between the activity of respiratory-chain complexes in pre-(biopsy) or post-slaughter muscle samples and feed efficiency in random-bred Ghezel lambs. **Animal Production Science** 57:1674–1681.

Zhang D, Zhang X, Li F, Li C, La Y, Mo F, Zhao Y (2019) Transcriptome analysis identifies candidate genes and pathways associated with feed efficiency in Hu sheep. **Frontiers in Genetics** 10:1183.

Zhang X, Li G, Li F, Zhang D, Yuan L, Zhao Y, Zhang Y, Li X, Song Q, Wang W (2021). Effect of feed efficiency on growth performance, body composition, and fat deposition in growing Hu lambs. **Animal Biotechnology** 4:1-16. doi:10.1080/10495398.2021.1951747.

Zhang X, Wang W, Mo F, La Y, Li C, Li F (2017) Association of residual feed intake with growth and slaughtering performance, blood metabolism, and body composition in growing lambs. **Scientific Reports** 7:12681. doi:10.1038/s41598-017-13042-7.