

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

ANDRESSA MIRANDA MADRUGA

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E QUALITATIVAS DA CARNE DE
CORDEIROS DA RAÇA CRIOLA EM DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

Porto Alegre

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E QUALITATIVAS DA CARNE DE
CORDEIROS DA RAÇA CRIOLA EM DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

ANDRESSA MIRANDA MADRUGA

Zootecnista (UNIPAMPA)

Mestre em Zootecnia (UFRGS)

Tese apresentada como requisito para
obtenção do Grau de Doutor em Zootecnia,
na Faculdade de Agronomia, da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Professor Dr. Cesar Henrique
Espírito Candal Poli

Coorientadora: Professora Dra. Gladis
Ferreira Corrêa

Porto Alegre

2024

CIP - Catalogação na Publicação

Madruaga, Andressa Miranda
CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E QUALITATIVAS DA CARNE
DE CORDEIROS DA RAÇA CRIOLA EM DIFERENTES SISTEMAS DE
PRODUÇÃO / Andressa Miranda Madruaga. -- 2024.
127 f.
Orientador: Cesar Henrique Espirito Candal Poli.

Coorientador: Gladis Ferreira Corrêa.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2024.

1. ácidos graxos. 2. campo nativo. 3. confinamento.
4. Crioula . 5. Texel. I. Poli, Cesar Henrique
Espírito Candal, orient. II. Corrêa, Gladis Ferreira,
coorient. III. Título.

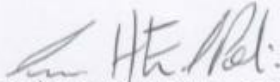
Andressa Miranda Madruga
Mestre em Zootecnia

TESE

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de
DOUTORA EM ZOOTECNIA
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovada em: 28.03.2024
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 18/06/2024
Por

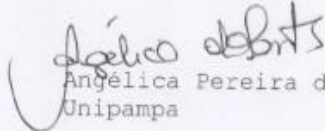


Cesar Henrique Espirito Candal Poli
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientador

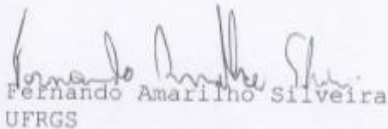
Ines Andretta

Assinado de forma digital por Ines
Andretta
Dados: 2024.06.21 08:50:13 -0300

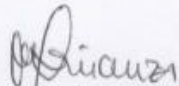
INES ANDRETTA
Coordenadora do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia



Angélica Pereira dos Santos Pinho
Unipampa



Fernando Amarelho Silveira
UFRGS



Thais Devincenzi
INIA-UY

Documento assinado digitalmente
gov.br PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA
Data: 24/06/2024 07:55:09-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA
Vice-diretor da Faculdade de Agronomia

Dedico o presente trabalho aos meus pais e meus avós, que sempre estiveram ao meu lado nas minhas escolhas e que não mediram esforços para a realização desta etapa.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pois sem ele nada seria possível.

Aos meus pais, Carmem Maria Miranda Madruga e Jairo Jorge Madruga, que sempre apoiaram minhas decisões, incentivando e ajudando a percorrer o caminho escolhido, juntamente com meus avós, Zilá e Ney Miranda, que foram fundamentais para minha formação tanto pessoal como profissional, e a quem devo muito por ser o que sou hoje. A eles agradeço por todo amor, carinho, apoio e dedicação.

Ao meu orientador Cesar Henrique Espirito Candal Poli, por todos os ensinamentos compartilhados, oportunidades e confiança a mim depositados.

Aos colegas do Centro de Ensino e Pesquisa em Ovinocultura (CEPOV), pelo convívio, apoio e troca de experiências.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de cursar o doutorado, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

À Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul por abrir as portas para a realização deste trabalho. Com especial agradecimento aos funcionários, professores e direção.

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), pelo acesso ao Laboratório de Qualidade de Carnes e Produtos Cárneos e ao Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL), em especial ao professor Renius Mello.

A todos professores, mestres e doutores, que fizeram parte da minha formação, por compartilharem seus conhecimentos e por todas as suas colaborações.

A todos o meu mais sincero obrigada!

“Olhos abertos, o longe é perto, o que vale é o sonho...”

Mário Barará

CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E QUALITATIVAS DA CARNE DE CORDEIROS DA RAÇA CRIOLA EM DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Autor: Andressa Miranda Madruga

Orientador: Dr. Cesar Henrique Espirito Candal Poli

Coorientadora: Dra. Gladis Ferreira Corrêa

RESUMO

A raça Crioula é uma das principais raças autóctones dos campos nativos do Sul do Brasil e um exemplo de raça com pouquíssima exploração genética e alta adaptação ao ambiente do bioma Pampa. Apesar da sua importância, pouco se sabe sobre a qualidade da carcaça e da carne destes animais. Nenhum experimento científico foi realizado para comparar e caracterizar a carne de ovinos da raça Crioula em diferentes sistemas de alimentação. Assim, este estudo tem como objetivo avaliar o efeito dos sistemas de produção, em confinamento e em campo nativo, durante o período de terminação de cordeiros sobre o desempenho produtivo, consumo de alimentos, comportamento ingestivo e qualidade da carcaça e carne da raça crioula comparada com outras raças. Neste contexto, a tese foi estruturada em quatro capítulos. O primeiro capítulo traz uma revisão bibliográfica que resgata referências quanto as características dos sistemas de produção, das características produtivas dos animais e das características de qualidade carne. O segundo capítulo aborda um trabalho científico que teve como objetivo de caracterizar e comparar o desempenho produtivo, o consumo de ração e a qualidade de carcaça e carne entre a raça Crioula, o seu cruzamento com Dorper e a raça Texel em confinamento. A utilização do cruzamento com Dorper proporcionou melhores parâmetros principalmente em relação à análise sensorial, aumentando maciez e suculência. Apesar da raça Texel apresentar maiores ganhos médios diários, não houve diferença entre raças em conversão alimentar. No terceiro capítulo é apresentado os resultados da utilização de cordeiros da raça crioula, comparada com cordeiros da raça Texel em campo nativo do Bioma Pampa na fase de terminação, com o objetivo de comparar o desempenho produtivo, o consumo de ração, o comportamento ingestivo e a qualidade de carcaça e da carne de cordeiros. Os cordeiros Crioula e Texel apresentaram características produtivas e de qualidade da carcaça e da carne semelhantes. Assim, a raça Crioula mostra-se como uma boa opção, comparada com rebanhos com objetivo carnicero, para terminação em campo nativo. O quarto capítulo traz uma comparação da raça Crioula em dois sistemas de produção, campo nativo e confinamento, abrangendo as avaliações de desempenho produtivas e quali e quantitativas da carne. Os sistemas de terminação em campo nativo e confinamento apresentaram características produtivas e de qualidade da carcaça e da carne bem distintas. Por fim, os resultados gerados nesta tese permitirão um melhor conhecimento das características de cordeiros da raça Crioula manejados tanto em campo nativo como em confinamento, ajudando na preservação desta raça autóctone e na produção animal sustentável.

Palavras-chave: ácidos graxos; campo nativo; confinamento; crioula, sensorial; texel

PRODUCTIVE AND QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF MEAT FROM CRIOULA LAMBS IN DIFFERENT PRODUCTION SYSTEMS

Author: Andressa Miranda Madruga

Advisor: Dr. Cesar Henrique Espirito Candal Poli

Co-advisor: Dra. Gladis Ferreira Corrêa

ABSTRACT

The Crioula breed is one of the main autochthonous breeds from the native fields of southern Brazil and an example of a breed with very little genetic exploration and high adaptation to the environment of the Pampa biome. Despite their importance, little is known about the quality of the carcass and meat of these animals. No scientific experiments were carried out to compare and characterize the meat of Crioula sheep in different feeding systems. Thus, this study aims to evaluate the effect of production systems, in confinement and in native field, during the lamb finishing period on the productive performance, food consumption, ingestive behavior and quality of the carcass and meat of the Crioula breed compared with other races. In this context, the thesis was structured into four chapters. The first chapter brings a bibliographical review that retrieves references regarding the characteristics of production systems, the productive characteristics of animals and meat quality characteristics. The second chapter addresses a scientific work that aimed to characterize and compare the productive performance, feed consumption and carcass and meat quality between the Crioula breed, its cross with Dorper and the Texel breed in confinement. The use of crossing with Dorper provided better parameters mainly in relation to sensory analysis, increasing tenderness and juiciness. Although the Texel breed presented higher average daily gains, there was no difference between breeds in feed conversion. In the third chapter, the results of the use of Crioula breed lambs, compared with Texel breed lambs in a native field of the Pampa Biome in the finishing phase, are presented, with the aim of comparing productive performance, feed consumption, ingestive behavior and the quality of lamb carcass and meat. Crioula and Texel lambs presented similar productive characteristics and carcass and meat quality. Thus, the Crioula breed appears to be a good option, compared to herds with butchery purposes, for finishing in native fields. The fourth chapter brings a comparison of the Crioula breed in two production systems, native field and confinement, covering productive and qualitative and quantitative performance evaluations of the meat. The finishing systems in native fields and confinement presented very different productive and carcass and meat quality characteristics. Finally, the results generated in this thesis will allow a better understanding of the characteristics of Crioula lambs managed both in native fields and in confinement, helping to preserve this indigenous breed and sustainable animal production.

Keywords: Crioula; confinement; fatty acids; native pasture; sensorial; texel

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	13
LISTA DE FIGURAS.....	15
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	16
CAPÍTULO I.....	18
1 Introdução Geral.....	20
2 Revisão Bibliográfica.....	21
2.1 Produção ovina por diferentes raças.....	21
2.1.1 Raça Crioula.....	22
2.1.2 Raça Dorper.....	23
2.1.3 Raça Texel.....	23
2.2 Campo Nativo.....	24
2.3 Confinamento.....	25
2.4 Consumo de alimentos.....	25
2.5 Crescimento e desenvolvimento animal.....	27
2.6 Qualidade da carcaça e carne.....	28
3 Hipóteses e Objetivos.....	32
3.1 Hipótese Geral.....	32
3.2 Objetivos.....	32
CAPÍTULO II.....	33
Performance, and meat and carcass quality of Crioula, Crioula x Dorper and Texel lambs finished in confinement	34
Abstract.....	34
1. Introduction.....	34
2. Material and methods.....	35
3. Results and discussion.....	41
4. Conclusion.....	49
References.....	49
CAPÍTULO III.....	56

Desempenho produtivo, comportamento ingestivo e características qualitativas e quantitativas da carne e carcaça da raça Crioula produzidos em campo nativo do Bioma Pampa.....	57
Resumo.....	57
1. Introdução.....	58
2. Material e métodos.....	58
3. Resultados e Discussão.....	65
4. Conclusão.....	72
Referências.....	72
CAPÍTULO IV.....	76
Raça Crioula, raça autóctone do bioma Pampa: Características produtivas e qualidade da carne e carcaça de cordeiros terminados em dois sistemas de produção.....	77
Resumo.....	77
1. Introdução.....	78
2. Material e métodos.....	79
3. Resultados e Discussão.....	85
4. Conclusão.....	90
Referências.....	90
4 Considerações Finais.....	94
REFERÊNCIAS.....	95
ANEXOS.....	103
Anexo A – Normas da revista <i>Animal Feed Science and Technology</i> utilizada para a preparação do capítulo II.....	103
Anexo B – Certificado de aprovação de protocolo para uso de animais em pesquisa pela Universidade Federal do Pampa.....	124

Anexo C – Carta de aprovação de protocolo para uso de animais em pesquisa pela
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.....126

VITA.....127

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II	33
Table 1. Ingredients and chemical composition of the experimental total diet.....	37
Table 2. Productive performance of lambs of different breeds in a confinement system.....	42
Table 3. Effect of different breeds on carcass characteristics and chemical composition of the meat produced in a confinement system.....	44
Table 4. Relationship of fatty acids present in the meat of lambs from different breeds finished in confinement system.....	46
Table 5. Meat sensory characteristics of lambs of different breeds finished in confinement.....	48
Appendix 1- Descriptors and references sheet QDA lamb meat.....	53
Appendix 2- Lamb meat QDA evaluation sheet.....	54
Appendix 3- Example of design used in the sessions.....	55
CAPÍTULO III	56
Tabela 1. Características quantitativas do campo nativo avaliadas a cada 28 dias, obtidos através de corte de forragem rente ao solo, sob pastejo de cordeiros de diferentes raças.....	61
Tabela 2. Qualidade nutricional do campo nativo, obtido através de amostras de simulação de pastejo de cordeiros desmamados.....	61
Tabela 3. Efeito das diferentes raças no desempenho produtivo de cordeiros em sistema de terminação em campo nativo do Bioma Pampa.....	65
Tabela 4. Comportamento ingestivo de cordeiros de diferentes raças terminados em pasto nativo.....	67
Tabela 5. Características da carcaça e composição química da carne de cordeiros Crioula e Texel terminados em campo nativo.....	69
Tabela 6. Relação de ácidos graxos presentes na carne de cordeiros de diferentes raças terminados em pastagem nativa.....	71
CAPÍTULO IV	76
Tabela 1. Ingredientes e composição química da dieta experimental.....	81
Tabela 2. Características quantitativas do campo nativo a cada 28 dias, sob pastejo de cordeiros Crioula, obtidas através de amostras da pastagem cortadas rente ao solo.....	82

Tabela 3. Qualidade nutricional do campo nativo e da mistura concentrado/volumoso ofertada no confinamento, oriunda de amostras de simulação de pastejo dos cordeiros.....	83
Tabela 4. Efeito dos diferentes sistemas de produção no desempenho zootécnico de cordeiros da raça Crioula em dois sistemas de produção.....	86
Tabela 5. Características da carcaça e da carne de cordeiros da raça Crioula terminados em campo nativo e confinamento.....	87
Tabela 6. Relação de ácidos graxos presentes na carne de cordeiros raça Crioula terminados em campo nativo e confinamento.....	88

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I	18
Figura 1 – Modelo Conceitual utilizado como base para o presente projeto.....	20
CAPÍTULO II	33
Figure 1 – Morphometric characteristics of lambs of different breeds on different evaluation days in a confinement system.....	43
CAPÍTULO III	56
Figura 1 – Características morfométricas de cordeiros de diferentes raças em diferentes dias de avaliação em campo nativo.....	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%	Porcentagem
µL	Microlitro
µm	Micra
AA AH	Altura de anterior
AG FA	Ácidos graxos
AGI	Ácidos graxos insaturados
AGPI	Ácidos graxos poli-insaturados
ANOVA	Análise de variância
AP PH	Altura de posterior
CC BL	Comprimento corporal
CLA	Ácido linoleico conjugado
Cm	Centímetro
CXD	Crioula X Dorper
DFA	Ácidos graxos desejáveis
DIVMO	Digestibilidade aparente in vitro da matéria orgânica
ECC	Escore de condição corporal
ECRHB	Ethics Committee for Research with Human Beings
EE	Extrato etéreo
EEA	Estação Experimental Agronômica
EGS SFT	Espessura de gordura subcutânea
FAME	Ésteres metílicos de ácidos graxos
FDA ADF	Fibra em detergente ácido
FDN NDF	Fibra em detergente neutro
FZEA	Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
G	Gramas
GMD ADG	Ganho médio diário
H	Horas
Há	Hectares
IA	Índice de aterogenicidade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IT	Índice trombogênico
Kg	Quilogramas
Km	Quilômetros
LDA	Lignina em detergente ácido
LLM	<i>Longissimus lumborum</i> muscle
M	Metro
Mg	Miligrama
Min	Minuto
mL	Mililitro
MM	Matéria mineral
Mm	Milímetro
MMb	Metamioglobina
MS DM	Matéria seca
MUFA	Ácidos graxos monoinsaturados
N	Nitrogênio
NIDA	Nitrogênio insolúvel em detergente ácido
NIDN	Nitrogênio insolúvel em detergente neutro
NRC	National Research Council

PB CP	Proteína bruta
PC	Peso corporal
PCF CCW	Peso de carcaça fria
PER	Período
PT TP	Perímetro torácico
PUFA	Ácidos graxos poliinsaturados
PV	Peso vivo
QDA	Quantitative descriptive analysis
RCF CCY	Rendimento de carcaça fria
RS	Rio Grande do Sul
SAS	Statistical Analysis Systems
SCI	Componente especular incluído
SEM	Standard error of the mean
SFA	Ácidos graxos saturados
TO	Tempo de ócio
TP	Tempo de pastejo
TR	Tempo de ruminação
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNIPAMPA	Universidade Federal do Pampa
USP	Universidade de São Paulo

CAPÍTULO I

1 Introdução Geral

O modelo conceitual apresentado abaixo permite uma visualização dinâmica da alteração que a inclusão de diferentes raças causam no consumo e, conseqüentemente, no crescimento e desempenho de cordeiros em dois sistemas de produção (Figura 1). O mesmo, também nos mostra a influência que a raça pode apresentar sobre a qualidade da carcaça e da carne em cordeiros.

Para uma melhor compreensão das hipóteses, o modelo está organizado com componentes que estão ligados as principais variáveis respostas. Desta forma, o modelo conceitual proposto como base do presente estudo apresenta como fundamento a utilização de diferentes raças na produção de cordeiros.

De um modo geral, o uso de diferentes raças tanto em confinamento como em campo nativo, irá influenciar no consumo de nutrientes, o que influenciará no desenvolvimento e no crescimento dos cordeiros no pós desmame e promoverá distintas características qualitativas e quantitativas da carcaça e da carne, alterando seu perfil de ácidos graxos e suas características sensoriais.

Assim, no nosso estudo trabalhamos com dois sistemas de produção bem distintos entre eles, sendo um deles o confinamento o qual é um sistema intensivo e o campo nativo, um sistema de produção extensivo. Nossas escolhas se deram pelo fato de no estado do Rio Grande do Sul, as pastagens nativas serem as principais fontes de alimentos volumosos para os animais, além de contribuírem com a conservação do solo, da água e da biodiversidade (Moojen e Maraschin, 2002; Pizzani et al., 2007). E a escolha pelo confinamento, em razão do mesmo permitir atender com maior facilidade as exigências nutricionais dos animais, possibilitando a terminação de ovinos em períodos de carência alimentar ou quando as pastagens ainda não estão prontas, além de disponibilizar carne ovina de qualidade no período de entre safra, quando são obtidos os melhores preços (Carvalho, 1998).

Desta maneira, o presente estudo objetiva analisar as relações entre as variáveis apresentadas, estabelecendo uma associação entre as mesmas nos diferentes sistemas de produção de cordeiros. Essa associação se apresenta de grande valia para a produção ovina, pois é de suma relevância para a cadeia produtiva a produção de carne de cordeiro com qualidade nutricional e que apresente as características desejáveis no ponto de vista da sociedade consumidora, alavancando desta maneira o comércio da carne ovina.

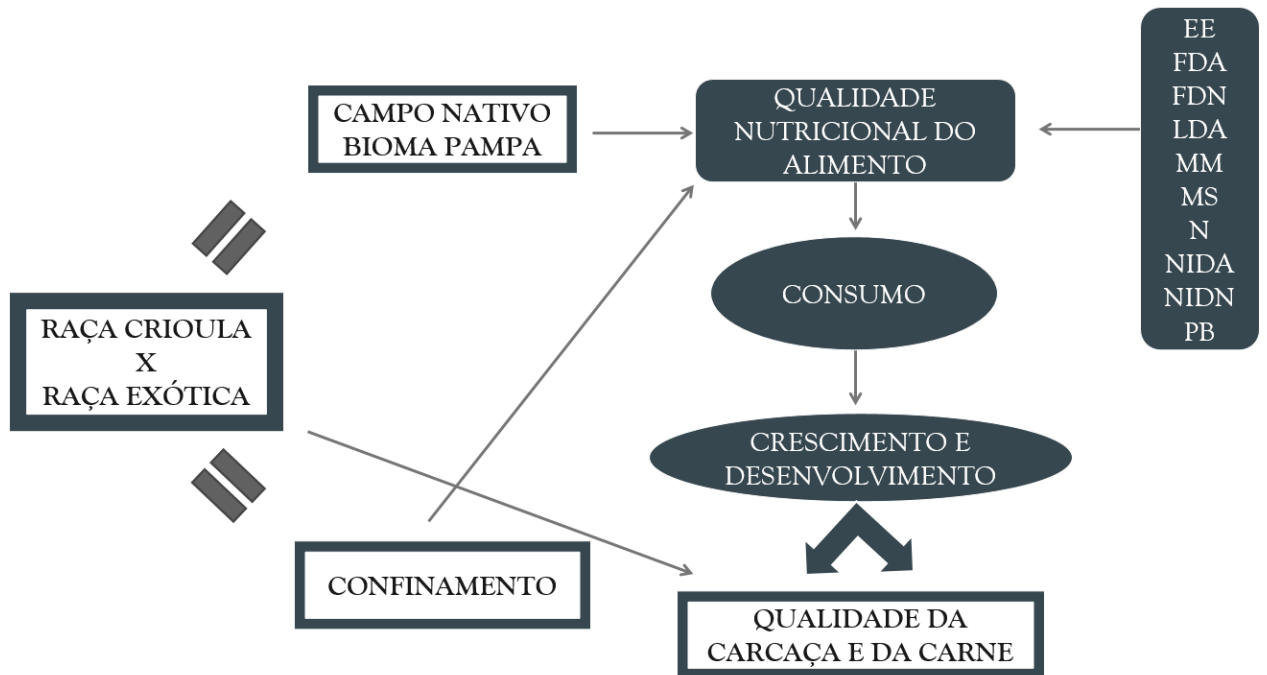


Figura 1 – Modelo Conceitual utilizado como base para o presente projeto.

A tese será composta por quatro capítulos. No primeiro capítulo são apresentadas a introdução geral, a revisão bibliográfica e as hipóteses e objetivos da pesquisa. No segundo, terceiro e quarto capítulos são apresentados os artigos científicos com os principais resultados encontrados na presente pesquisa. Ao final, encontram-se as considerações finais e as referências bibliográficas utilizadas para a elaboração da tese.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Produção ovina por diferentes raças

Conforme Riberio e Medeiros (2006) observou-se um crescimento no consumo de carne ovina no Brasil voltado para nichos de mercado existentes nas grandes cidades, no qual o poder aquisitivo da população é maior. Esses nichos de mercado exigem qualidade, padronização, cortes especiais e estabilidade na oferta, exigências muito difíceis de atender, em virtude da falta de organização da cadeia produtiva (Silva et al., 2006).

Assim, no Brasil definiu-se como prioridade o aumento da capacidade produtiva e, conseqüentemente, o desfrute dos rebanhos ovinos, com o propósito de atender às necessidades do mercado (Barros et al., 2005).

O desempenho produtivo dos rebanhos ovinos não provém somente dos fatores ligados ao meio, mas também de fatores genéticos, bem como suas interações. Uma vez que, mesmo em condições ótimas, animais de genótipo inferior terão baixa produção (Guerreiro, 1989). Assim, uma das maneiras de se obter uma maior produtividade é através da utilização de cruzamentos com raças de aptidão carnicera, pois o mesmo favorece a complementariedade entre as raças, e, por conseguinte a heterose.

As proporções entre os diferentes tecidos do corpo animal alteram continuamente desde o nascimento até alcançar o seu potencial máximo de crescimento (Silva Sobrinho et al., 2002), que é determinado pela constituição genética (Rosa et al., 2002). A velocidade e intensidade dessas alterações dependem da nutrição (Yáñez et al., 2006), do peso corporal (Tahir et al., 1994), da raça (Sen et al., 2004) e suas interações (Forrest et al., 1979). Também, os valores relativos a proporção de gordura e proteína por unidade de ganho no corpo varia conforme a raça, sexo, idade do animal e taxa de ganho ou perda de peso (Csiro, 2007).

A raça ou o grupo genético influenciam no desenvolvimento corporal, podendo o mesmo ser influenciado tanto pelo maior como pelo menor potencial de ganho de peso, e deste modo na qualidade do produto final, sendo fundamental para o estabelecimento de resultados econômicos satisfatórios (Pacheco et al., 2008).

A genética é responsável por dois caracteres que condicionam a qualidade da carcaça, a conformação e o estado de engorduramento (Selaive-Villaruel e Osório, 2014). Conforme, Osório e Osório (2003) a genética exerce importante influência

sobre a conformação, pois existem raças de pequeno e grande formato, raças mais tardias e raças mais precoces.

Ovinos cujo genótipo determina maior peso adulto tendem a apresentar maiores ganhos de peso e atingem a maturidade mais tardiamente (Alcalde, 1990) e, quando comparados com outros mais leves ou mais precoces, a um mesmo peso corporal, apresentam mais músculo e osso e menos gordura (Haresign, 1989). Portanto, para comparar o crescimento em diferentes raças deve-se ter o conhecimento do grau de maturidade, representado pelo estado de equilíbrio anatômico do animal adulto (Butterfield, 1988).

2.1.1 Raça Crioula

A ovelha Crioula Lanada é considerada uma raça local distribuída na América Latina e no Caribe. No Brasil, teve origem dos rebanhos vindos com a colonização espanhola, durante o século XVII e, do cruzamento com outras raças trazidas pela colonização portuguesa. Recebeu influências ambientais e do homem no rebanho geral, o que resultou em grupos animais semelhantes, de acordo com a topografia e interferência humana (Vaz, 2000).

A Embrapa Pecuária Sul conserva in loco desde 1982 um núcleo de animais desta raça. A origem do núcleo se deu através de 36 ovelhas e 3 carneiros, vindos de três rebanhos da metade Sul do Rio Grande do Sul. O núcleo representa 15,6% da população conhecida da raça. A multiplicação destes, é feita através de monta natural controlada, com carneiros adquiridos ou filhos de um grupo diferente, numa única estação reprodutiva, propiciou-se o aumento significativo de animais conservados, seja pelos nascimentos, seja pela introdução de novas fêmeas de outra procedência (Vaz, 2000).

A espécie tem sofrido uma demanda crescente em outros países, devido a importância social que a Ovelha Crioula exerce em comunidades indígenas ou lugares onde outras raças ovinas não se adaptam e não sobrevivem, fazendo-se indispensável para a permanência do homem no campo (Vaz, 2000).

A raça Crioula Lanada possui aptidão mista para carne, pele e lã, sendo a pele e a lã naturalmente coloridas e exploradas para o artesanato (Vaz, 2000). Em relação à produção de carne, os animais Crioula apresentam carne magra, com maciez e sabor diferenciados (Vaz, 1999).

Quando os cordeiros da raça Crioula foram estabulados obtiveram um rendimento de carcaça fria entorno de 40,4%, sendo em 2,09% inferiores à raça Corriedale, que é especializada na produção de carne e lã (Vaz et al., 1999). Porém, quando a avaliação ocorreu em ambiente de campo natural, os cordeiros crioulos foram mais eficientes na conversão alimentar, com uma superioridade de 2,4% sobre o rendimento de carcaça da raça Corriedale.

2.1.2 Raça Dorper

Conforme Carneiro et al. (2007), a raça Dorper, proveniente do continente africano, é um composto das raças Dorset com a Persian Black Head que, no Brasil, é chamada de Somalis Brasileira. De acordo com os mesmos autores, essa raça tem sido muito empregada em cruzamento com ovelhas nativas deslanadas, pois apresenta elevada taxa de desenvolvimento, crescimento e boa conformação da carcaça.

Os reprodutores são utilizados em cruzamentos com raças nativas para melhorar os índices de produção, obtendo animais com maior deposição de músculo, melhor conformação e qualidade da carne (Amaral et al., 2011). Entretanto, de acordo com Bianchi et al. (2016) são escassos os antecedentes experimentais de cruzamentos dessa raça.

O principal objetivo da utilização deste genótipo é a obtenção em cruzamentos com ovelhas de outras raças, ou como raça pura, devido à sua adaptabilidade, habilidade materna, altas taxas de crescimento e musculosidade, produzindo carcaças de boa qualidade (Rosanova et al., 2005).

2.1.3 Raça Texel

A raça Texel é de origem holandesa e caracteriza-se por apresentar aptidão na produção de carne, precocidade, além de sua carcaça ser apontada como de excelente qualidade, o que se deve principalmente pela menor deposição de gordura (Garcia et al., 2000).

De acordo com Villela (2021) é uma raça rústica, muito dócil, produzindo bem nos diversos sistemas de criação, sendo em condições de pastagens, entre os 30 e 90 dias de idade, os cordeiros machos têm ganho de peso médio diário de 300g e as fêmeas de 275g. O mesmo autor também cita que é uma raça prolífera, atingindo índices de nascimento de até 160%.

A raça Texel detém um amplo potencial para a produção de carne magra, e é largamente utilizada e recomendada em cruzamento na Europa, pela menor deposição de gordura (Furusho, 1995).

2.2 Campo Nativo

As pastagens nativas do Rio Grande do Sul são as principais fontes de alimentos volumosos para os animais, além de contribuírem com a conservação do solo, da água e da biodiversidade (Moojen e Maraschin, 2002; Pizzani et al., 2007).

Cerca de 49,7% do RS ainda mantém sua vegetação natural, constituída por 25,96% de campo nativo e 23,77% de floresta nativa (Trindade et al., 2017). Segundo IBGE (2017), atualmente o RS apresenta uma área de pastagem natural de aproximadamente 75.193 km² (7.5 milhões de ha), sendo que, em 1975 esta área era de 130.610 km² (13.1 milhões de ha).

Conforme Piaggio (2013), a produção da pastagem nativa está concentrada na primavera, apresentando um declínio no fim do verão, com uma produção mínima no inverno. Este período dura em média 100 dias e apresenta condições climáticas desfavoráveis com frios e geadas, que de acordo com o tipo de solo e com o ciclo das espécies vegetais predominantes, afetam a oferta de forragem na época onde ocorre o maior requerimento nutritivo dos rebanhos (Carámbula, 1997). Apesar da baixa produção quantitativa e qualitativa de forragem no outono-inverno, as pastagens naturais do RS apresentam boas produções no período de primavera-verão (Coelho Filho e Quadros, 1995), proporcionando um bom desempenho animal.

Normalmente, a partir do fim do verão e início do outono (março) até o início da primavera (setembro), ocorre um declínio na qualidade da forragem do campo nativo, que reflete na perda de peso dos animais, podendo chegar a até 20% de peso vivo (PV) (Fontoura Júnior et al., 2007).

Segundo Gomes (2000), os solos do Rio Grande do Sul são deficientes de fósforo, potássio e nitrogênio e alguns microelementos, determinando baixa produtividade do campo nativo, refletindo diretamente em menores índices produtivos como redução na parição e baixo ganho de peso. Conforme o autor, a limitada produção do campo nativo também decorre das altas cargas animais que promovem o exaurimento de algumas espécies e pela pressão por novas áreas agrícolas, fatores que conduzem a necessidade de se fazer uso da suplementação como ferramenta para a terminação de animais em pastejo.

A utilização errônea das pastagens e falhas no manejo nutricional do rebanho são exemplos de situações que levam a prejuízos econômicos na ovinocultura (Paula et al. 2009). Entretanto, em sistemas a pasto, o ganho de peso por animal e por área é fortemente influenciado pela disponibilidade diária de MS e pela capacidade de lotação dos pastos (Carnevalli et al., 2001).

2.3 Confinamento

Entre os sistemas de produção de cordeiros, destaca-se a terminação em confinamento, que apesar de apresentar um maior custo de produção em relação à terminação a pasto, proporciona vantagens econômicas diretas e indiretas, principalmente com relação ao controle de verminose e ao abate precoce dos cordeiros, que resulta em uma melhor qualidade de carcaça e pode garantir preços diferenciados na comercialização (Souza, 2011).

O sistema de confinamento permite atender com maior facilidade as exigências nutricionais dos animais, possibilitando a terminação de ovinos em períodos de carência alimentar ou quando as pastagens ainda não estão prontas, além de disponibilizar carne ovina de qualidade no período de entressafra, quando são obtidos os melhores preços (Carvalho, 1998). Assim, a prática de terminação de ovinos em confinamento possibilita disponibilizar ao mercado consumidor animais mais jovens, com melhores características de carcaça, o que contribui para a expansão do consumo (Reis et al., 2001).

De acordo com Siqueira et al (1993), outra grande vantagem dos sistemas de confinamento em relação à criação em pastagem está na diminuição das infestações endoparasitárias (helminthíases), o que proporciona diminuição na mortalidade dos animais e maiores ganhos de peso diário nos cordeiros confinados.

A tecnologia do confinamento é um sistema de terminação que possibilita a intensificação do processo de acabamento de cordeiros e a maximização da produção de carne de qualidade (Oliveira, 2008). Sendo os fenos de boa qualidade os volumosos mais indicados, e os principais ingredientes concentrados o milho, soja, e coprodutos agroindustriais (Oliveira, 2008).

2.4 Consumo de alimentos

O consumo, determinante do aporte de nutrientes e conseqüentemente do atendimento das exigências nutricionais dos animais, é considerado a principal

variável que influencia o desempenho animal e, juntamente com a digestibilidade e a eficiência energética, constitui o parâmetro mais relacionado com a qualidade dos alimentos (Van Soest, 1994).

O consumo alimentar depende principalmente do animal, que está diretamente associado ao seu peso vivo, ao seu nível de produção, a variação do seu peso vivo e do seu estado fisiológico, bem como do tipo de alimento, do seu teor nutricional, da sua densidade energética, da sua necessidade de mastigação, da sua capacidade de enchimento e das suas condições de alimentação como a disponibilidade de alimento, o espaço no comedouro, o tempo de acesso ao alimento e a frequência de alimentação (Mertens, 1994).

O consumo de alimentos é fundamental para o organismo, por determinar o nível de nutrientes ingeridos e, conseqüentemente, a resposta animal (Van Soest, 1994). Este consumo é controlado por um mecanismo físico, que reflete a distensão do retículo rúmen, e outro fisiológico, que reflete a homeostase (Conrad et al., 1964).

De acordo com Pires et al (2000), o consumo de alimento possui grande importância dentro de sistemas de produção de carne, visto que será a partir da ingestão de matéria seca que ocorrerá o fornecimento da quantidade de nutrientes necessários para atender os requerimentos de manutenção e de produção dos animais. A capacidade de um alimento ser ingerido pelo animal depende da ação de vários fatores que interagem em diferentes situações de alimentação, comportamento animal e meio ambiente (Thiago e Gill, 1990). A predição da ingestão em ruminantes é extremamente importante e difícil, devido às interações que ocorrem entre o animal e a dieta, existindo poucos dados disponíveis para subsidiar o uso de equações (Forbes, 1995).

Dietas com baixa concentração de fibra, também podem resultar em menor ingestão total de MS, uma vez que as exigências energéticas do animal são supridas em níveis mais baixos de ingestão (Van Soest e Mertens, 1984). Além disso, apresentam fermentação ruminal sub-ótima, aumentando os riscos de acidose, pondo em risco a performance e a saúde animal (Mertens, 1996).

Em questão de avaliação o consumo é mais difícil de ser avaliado do que a digestibilidade, por estar submetido a inúmeras outras variáveis relacionadas ao meio (Burns et al., 1994). O consumo voluntário é determinante do desempenho, pois constitui o aporte de nutrientes para atender às exigências de manutenção e produção dos animais (Silva et al., 2007). Já a digestibilidade de um alimento é determinada

pela capacidade de utilização dos nutrientes pelo animal, sendo correlacionada com o consumo e com a qualidade do alimento.

2.5 Crescimento e desenvolvimento animal

O crescimento baseia-se na multiplicação celular (hiperplasia) e no aumento de tamanho das células (hipertrofia), e o desenvolvimento é descrito como as mudanças na forma e nas proporções corporais associadas com o crescimento (Butterfield, 1988).

A forma rotineira de medir o crescimento é pelo aumento de peso em determinado período de tempo, ou seja, a velocidade de crescimento pode ser determinada pelo ganho de peso diário, que é uma variável importante tanto para o desempenho produtivo animal quanto para a avaliação da eficiência da dieta (Zundt et al., 2006).

Assim, o conhecimento da faixa etária em que ocorre a maior taxa de crescimento permite programar o abate para a fase em que a eficiência alimentar diminui (Silva Sobrinho, 2001), evitando-se idades avançadas e/ou alta deposição de gordura na carcaça, uma vez tende a aumentar, com conseqüente diminuição da eficiência alimentar.

Em geral, no animal vivo, com o crescimento e o desenvolvimento, desde o nascimento até alcançar a maturidade, e com conseqüente aumento de peso corporal, a composição corporal sofre modificações, sendo que a proporção de gordura aumenta, a de osso diminui, com o músculo diminuindo levemente no total (Jardim et al., 2007).

Ao analisar o desenvolvimento do animal, devem ser considerados os aspectos de desenvolvimento dos tecidos em conjunto e as características de deposição de gordura nas diferentes partes do corpo (Sainz, 1996), já que vários fatores podem afetar a composição da carcaça, sobretudo a alimentação, a condição sexual, a idade ou o peso ao abate e o genótipo.

O peso corporal é a principal característica que reflete o desempenho produtivo do rebanho de cria, refletindo no peso ao nascer dos cordeiros, o vigor e o desenvolvimento intrauterino do animal (Pinheiro, 2004). Já o aumento de peso após o nascimento expressa o potencial genético do animal para ganho de peso, sendo o efeito residual da habilidade materna diluído à medida que os sistemas produtivos são mais tardios (Sousa et al., 2003).

O desempenho produtivo dos rebanhos ovinos pode ser expresso pela quantidade de quilogramas de cordeiro desmamado por ovelha, sendo afetada pela combinação entre fatores individuais, ambientais e genéticos (Ribeiro et al., 2013). Pode-se citar entre os fatores inerentes do indivíduo como sexo do cordeiro, época de nascimento, tipo de nascimento (simples ou gemelar), idade das ovelhas e efeitos maternos (Aita, 2010). Entre os efeitos ambientais, a nutrição à qual o rebanho está submetido é o fator principal e os genéticos demonstram o potencial de desenvolvimento dos animais (Castro et al., 2012). De acordo com Koritiaki (2011), esses parâmetros exercem influência individual direta ou ainda em interação no desempenho produtivo dos rebanhos, e o conhecimento e gerenciamento destes é fundamental para o bom planejamento e sucesso da atividade.

A avaliação do desempenho produtivo é de suma importância, pois, obtendo-se uma maior quantidade de cordeiros nascidos e desmamados por ovelha se proporcionará um maior número de animais para venda, para a reposição das matrizes e para a seleção do rebanho (Pilar et al., 2002).

O desempenho dos ovinos geralmente é avaliado pelo peso corporal, porém têm se dado maior atenção para as medidas in vivo, segundo Rosa (1999), estão diretamente relacionadas ao peso do animal e permitem descrever melhor o indivíduo ou população, determinando tendências ao longo dos anos em uma raça ou rebanho.

Para alto desempenho e reduzida idade de abate, o pasto deve proporcionar oferta de forragem para seleção de dieta, constituída sobretudo por folhas (Frescura et al., 2005). Nesse sistema, a verminose pode elevar a mortalidade e reduzir o rendimento de carcaça (Ribeiro et al., 2009). No confinamento, deve-se observar o alto custo com alimentação e infraestrutura, entretanto, há maior ganho de peso individual, menor idade de abate e maior giro de capital (Lopes e Magalhães, 2005).

2.6 Qualidade da carcaça e carne

Junto com o aumento da produção ovina, crescem também as exigências do mercado consumidor, fato que assinala para a necessidade de se conhecerem os fatores que interferem nas características físicas e químicas da carne, pois estas determinam sua qualidade e aceitabilidade (Martínez-Cerezo et al., 2005).

Para se produzir carcaças bem acabadas e carne de qualidade superior, é importante conhecer as variáveis metodológicas e os fatores de influência que

possibilitem a padronização e o dimensionamento da cadeia produtiva (Silva et al., 2008).

As carcaças devem apresentar elevada proporção de músculos, cobertura de gordura subcutânea uniforme e teor de gordura adequado ao mercado consumidor (Bueno et al., 2000). O mesmo autor ainda comenta que a padronização das carcaças de cordeiros é necessária para valorizar o produto e atrair os consumidores. Segundo Frescura et al. 2005, no processo de produção de carne ovina, a obtenção de carcaças com deposição adequada de gordura e carne mais tenra são aspectos interessantes para os consumidores, que exigem qualidade dos produtos.

Além disso, a carne ovina apresenta propriedades benéficas para o organismo humano, principalmente quando de cordeiros, animais jovens, sendo fonte de proteínas e contendo aminoácidos essenciais e baixa concentração de lipídios e de gordura saturada (Alves et al., 2014).

O teor em proteínas com alto valor biológico é uma característica positiva da carne ovina (Pilar et al., 2002), assim como o de lipídios, que, além de ter elevado valor energético, é composto por ácidos graxos essenciais e influência nas características sensoriais do produto (Franco, 1999).

Os ácidos graxos são cadeias hidrocarbonadas que possuem um terminal carboxila e um grupo metila na outra extremidade (Souza, Matsushita e Visentainer, 1998). Os ácidos graxos insaturados podem ainda ser classificados em: monoinsaturados, com uma única dupla ligação; poli-insaturados, com duas, três ou quatro duplas ligações e altamente insaturados, quando possuem cinco ou seis duplas ligações na estrutura carbônica (Godber, 1994).

Os ácidos graxos insaturados (AGI) naturais apresentam predominantemente a forma cis-isômero, no entanto, alguns AGI provenientes de plantas e microorganismos podem apresentar a configuração trans, e ainda outros podem apresentar as duas configurações (cis-trans) na mesma molécula (Souza, Matsushita e Visentainer, 1998). De acordo com estes autores, o tipo e a configuração dos lipídios são os responsáveis pelas diferenças no sabor, textura, ponto de fusão, absorção e outras características dos alimentos que contém gordura.

Os ácidos graxos saturados compreendem, em média, 48% da composição da gordura da carne vermelha, e dessa gordura saturada, aproximadamente metade é altamente prejudicial à saúde (Williams, 2007).

De acordo com Montossi et al. (2013) e Williams (2007), numerosos estudos relacionados ao consumo de carne vermelha associam uma imagem negativa à saúde humana devido ao teor de gordura presente na carne (quantidade e composição).

A carne ovina, assim como a dos ruminantes em geral, é rica em ácidos graxos saturados e monoinsaturados, com pequenas quantidades de poliinsaturados (Sinclair et al., 1982). O consumo excessivo desse tipo de gordura tem sido associado a doenças cardiovasculares (Muniz et al., 2012) e, em função disso, o consumo de carnes com esta característica tem sido indesejado (Pelegriani et al., 2007). Em termos gerais, a carne ovina tem maior teor total de gordura quando comparada a carne bovina (Williams, 2007), mas conhecer a composição dessa gordura é fundamental para um julgamento correto dessa espécie.

Resultados de pesquisas mostram que sistemas pastoris permitem obter carne com menor conteúdo de gordura intramuscular e colesterol, melhor relação entre os ácidos graxos ômega-6/ômega-3 e maior concentração de ácido linoleico conjugado (CLA) (Sañudo et al., 2000, Jerónimo et al., 2010; Ferreira et al., 2014), características benéficas a saúde humana.

Acredita-se que os produtos originados de criações com base em sistemas de pasto podem ter maior conteúdo de ácidos graxos benéficos à saúde, melhor estabilidade e melhores atributos sensoriais, embora essas características ainda não tenham sido comprovadas (Scollan et al., 2005).

A composição de ácidos graxos da carne é muito importante, pois determina o valor nutricional da mesma. No que diz respeito a qualidade, o perfil lipídico pode influenciar as características organolépticas da carne, especialmente sabor e maciez (Panea et al., 2011; Niedziółka e Pieniaklendzion, 2006). A maciez da carne é influenciada pela solubilidade e quantidade de colágeno, enquanto a suculência da carne está intimamente relacionada com o teor de gordura intramuscular (Lee et al., 2008).

O perfil lipídico da carne é influenciado principalmente pelo teor e fontes de lipídios na dieta, como ácidos graxos presentes nos óleos vegetais e nas forragens, e devem ser fornecidos na dieta, pois não são sintetizados no rúmen (Badee e Hidaka, 2014). Na carne ovina, cerca de metade do ácido graxo saturado é ácido palmítico (16:0) e cerca de um terço é o ácido esteárico (18:0). Os ácidos graxos poliinsaturados (AGPIs) variam de 11% a 29% do total de ácidos graxos (Williams, 2007).

Segundo Jerónimo et al. (2010), algumas estratégias alimentares podem alterar o perfil lipídico e o teor de AGPI da carne, entre elas, a complementação da dieta de ruminantes com lipídios poli-insaturados provenientes de óleos vegetais. A utilização de gordura protegida pode ser outra alternativa para melhorar a qualidade nutricional do alimento e aumentar o teor de AGPI na carne (Jerónimo et al., 2010).

3 Hipóteses e Objetivos

3.1 Hipótese Geral

Cordeiros da raça Crioula, independente do sistema de produção, podem apresentar desempenho produtivo, conversão alimentar e qualidade de carcaça e carne diferenciada de raças e cruzamento com raças exóticas.

3.2 Objetivos

Geral

Avaliar o desempenho, a conversão alimentar e a qualidade da carne e carcaça de cordeiros da raça Crioula em dois sistemas de produção, através da comparação com cordeiros de raça e cruzamentos com raça exótica.

Específicos

- Mensurar o desempenho produtivo e o consumo de alimentos de cordeiros das raças Crioula e Texel e do cruzamento da raça Crioula com Dorper;
- Avaliar as características físico-químicas da carne de cordeiros das raças Crioula, Texel, e do cruzamento da raça Crioula com Dorper;
- Determinar as diferenças da raça Crioula, Texel e do cruzamento da raça Crioula com Dorper em relação aos ácidos graxos presentes na carne de cordeiros;
- Avaliar o comportamento ingestivo de cordeiros Crioula e Texel sob pastejo em campo nativo;
- Comparar os sistemas de produção, campo nativo e confinamento, sobre as características de qualidade da carcaça e carne da raça Crioula.

CAPÍTULO II*

*Artigo apresentado de acordo com as normas da revista *Animal Feed Science and Technology*.

Performance, carcass characteristics and meat quality of Crioula, Crioula x Dorper and Texel lambs finished in confinement

Abstract

This study aims to evaluate the productive performance, feed consumption and meat and carcass quality of lambs from different breeds finished in confinement. Thirty-one castrated and weaned male lambs of Crioula, Crioula x Dorper (CXD) and Texel breeds were compared, of 27.2 ± 6.00 kg (3 - 4 months of age). The animals were confined in individual pens, receiving water and concentrated feed ad libitum, in two daily offers. Performance evaluations were assessed at the end of each 14 days experimental period. After slaughter, the metric characteristics of the carcass were evaluated, and physical, chemical, sensory and fatty acid (FA) analysis of the meat were carried out. The lambs were slaughtered with an average final live weight of 36.8 ± 8.12 kg. The experimental was set up in a completely randomized design. Initial weight was used as a covariate in the statistical analysis of the treatment effect on final weight, average daily gain and total gain. In addition to variance analysis, correlation analysis were performed between animal performance and meat quality variables. There was interaction ($P < 0.05$) between breed and period for morphometric measurements. The Crioula and CXD breeds did not show a constant increase in body length over time, while the Texel breed showed a significant increase over time. Texel lambs were heavier ($P < .0001$) and showed greater body condition score ($P < .0001$), consequently, had greater cold carcass weight ($P < .0001$) and visual assessment of fat coverage score ($P = 0.0035$), and tended to have a more convex conformation score ($P = 0.0852$). The Crioula treatment lambs had the highest subcutaneous fat thickness (SFT) ($P = 0.0025$) and also have the highest percentage of meat fat ($P = 0.0120$). There was no effect of breed ($P > 0.05$) on meat FA type concentrations. Regarding the sensory parameters, the cross CXD stood out with greater tenderness ($P = 0.0129$), juiciness ($P = 0.0242$) and flavor ($P = 0.0173$). The average daily gain was significant, with Texel lambs showing greater gains over the periods. Feed conversion showed no difference between breeds. The Crioula and CXD breeds show to have important difference on conformation, fat deposition and sensory characteristics than Texel breed.

Keywords

Carcass metrics; Fatty acids; Meat Physics analysis; Meat Chemistry analysis; Sensory

1. Introduction

Breeds with high productivity characteristics have gained prominence in the scenario of breeding programs in the last decades, while breeds considered rustic and capable of adapting to harsh environments have lost importance and in some cases have been extinguished (FAO, 1998). The Crioula breed is one of the main autochthonous breeds in the native grassland of southern Brazil and an example of a breed with very little genetic exploration. In the country, it originated from the herds

that came with the Spanish colonization, during the 17th century, and from the crossing with other breeds brought by the Portuguese colonization. It received environmental and human influences which resulted in similar animal groups (Vaz, 2000).

Crioula breed sheep are long-lived animals and adapted to the native grassland environment. This breed has suffered a growing demand in different regions due to the social importance that it plays in indigenous communities or places where other sheep breeds do not adapt and do not survive, making it indispensable for the permanence of men in the countryside (Vaz, 2000). The Crioula breed has a mixed aptitude for meat, skin and wool. The skin and wool are naturally colored and exploited for handicrafts (Vaz, 2000). Despite its importance, very little is known about the quality of the carcass of these animals. According to Vaz (1999), Crioula animals have lean meat, with tenderness and differentiated flavor.

However, so far, none scientific experiment has been carried out to compare and characterize Crioula's meat produced on native grassland of biome Pampa. The maintenance of the pampa biome natural grasslands involves the preservation of these animals and they can be a source of protein produced at low cost. Additionally, these animals can potentially serve as a low-input meat production market.

Because native breeds usually have not undergone selection, they usually have great genetic variability, which is important for any plan of genetic conservation or improvement. Well-planned crossbreeding system must be used, probably keeping maternal flocks and using terminal crossing with most productive breeds as paternal lines (Ribeiro e González-García, 2016). However, little has been studied as to whether crossing the Crioula breed with a meat aptitude breed, such as Dorper, can bring benefits to the qualitative characteristics of the meat and carcass. In the same way, it is very seldom studies that compares the Crioula with other meat producing breeds, such as Texel, which is largely used in the region. Thus, the objective of the present study was to characterize and compare the productive performance, feed conversion and carcass and meat quality of Crioula breed lambs.

2. Material and methods

This study was conducted at the Sheep Experimental Unit of the Federal University of Pampa (UNIPAMPA) - Campus Dom Pedrito, Southern Brazil (Latitude 30°58'54" South and Longitude 54°40'39" West), between the months of December from 2021 to February 2022. All animal procedures were approved by the Animal

Experimentation Ethics Committee of the Federal University of Pampa (UNIPAMPA), Brazil (protocol number 23100.001885/2022- 55) (Annex B).

2.1. Animals, handling and treatments

The experimental period lasted 62 days preceded by 7 days of adaptation to the stalls, diet and management. During the adaptation period, the animals received an increasing supply of the base diet at 1.0; 1.5; 2.0 and 4.0% of body weight on the first, third, fifth and seventh day, respectively.

Fifteen days before the beginning of the experiment, all lambs were orally dosed against gastrointestinal parasites with 10% albendazole (Albendathor 10; Fabiani Saúde Animal Ltda®, SP, Brazil, 5 mg/kg BW), vaccinated against clostridiosis (Ourovac® 10 TH, 2 mL) and sheared.

Thirty-one lambs were used, being 11 Crioula, 10 Crioula x Dorper (CXD) and 10 Texel breed. They were 120 days old, castrated and of 22.12 ± 0.95 , 25.65 ± 1.00 and 34.22 ± 1.00 kg, respectively. Given the difference in initial weight, this data was used as a co-variable. They were housed individually at random, in 3m² pens under roof protector that allowed eye contact with their peers. The animals were distributed into three treatments according to their racial group.

After the adaptation period, the lambs were fed ad libitum. During the entire experimental period, the animals had access to water ad libitum. The daily ration was formulated with homogenized corn, soybean meal and ryegrass hay to meet the growth requirements of 200 g/animal/day (NRC, 2007). Table 1 shows the experimental diet and its average chemical compositions. The animals were fed twice a day every morning and afternoon at 7:30 am and 4:30 pm. The amount provided were adjusted so that the animals had at least 10% of refusal in their feeders. If there was less than the 10%, an additional 500g of feed was added to the feeders. Feed conversion was calculated by dividing dry matter intake (DMI) by weight gain.

The lambs were weighed every 14 days after a 12-hour liquid and solid fast. At the same time, morphometric evaluations were carried out using a tape measure: body length (BL), thoracic perimeter (TP), anterior height (AH) and posterior height (PH).

Samples of the experimental diets were collected at the beginning, at the middle and at the end of the experiment period and stored at -20°C for subsequent analysis. Feed samples were obtained by mixing equal amounts of the above subsamples collected during the trial. Analyzes were carried out to determine the concentration of

the dry matter (DM), mineral matter (MM), ether extract (EE) and crude protein (CP) according to AOAC (1995). Neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were determined according to Van Soest et al. (1991). All analyzes were performed in duplicate.

Table 1

Ingredients and chemical composition of the experimental total diet.

Ingredients	% of diet
Ryegrass hay	69.00
Concentrated	31.00
Corn	85.50
Soybean Meal	13.00
Calcitic Limestone	1.50
Chemical Composition of the total diet	% of DM
Dry matter (DM)	92.1
Mineral matter	4.1
Organic matter	95.9
Ethereal Extract	5.3
Neutral Detergent Fiber	65.4
Acid Detergent Fiber	6.8
Crude Protein	12.3

2.2. Slaughter and sampling procedures

At the end of the experiment, all lambs were slaughtered on the same day using standard commercial procedures in accordance with the rules of the Regulation for Industrial and Sanitary Inspection of Products of Animal Origin - RIISPOA (BRAZIL, 2020) in a commercial slaughterhouse. After 12 hours period of solid and liquid fasting, the animals were stunned with a captive dart and bled by sectioning the large vessels of the neck. Each carcass was immediately weighed and stored at 4°C for 24 hours.

After this period, the carcasses were weighed again, obtaining the cold carcass weight (CCW) and, consequently, the cold carcass yield (CCY). After cooling the carcass, the conformation (Osório et al., 1998) and the state of fatness (Cañeque and Sañudo, 2000) of the carcasses were visually evaluated, using 1-5 scales. After that, the carcasses were sectioned longitudinally into two halves and morphometric measurements were taken on the right half, evaluating external length, internal length,

leg length, rump width, rump perimeter and chest depth (Selaive-Villaruel and Osório, 2014).

The *Longissimus lumborum* muscle was removed entirely from the right side, after sectioned into three parts, vacuum packed and frozen for subsequent analysis of intramuscular fatty acids and physicochemical compositions, meat color descriptors and sensory profile. The region between the 12th and 13th rib was used to evaluate the rib eye area, which was measured with baking paper.

2.3. Meat quality analysis

2.3.1. Chemical composition

The determination of lipid profiles was carried out by the Bligh-Dyer method (1959): between 2 and 2.5 g of finely ground and homogenized sample were weighed in a tube. Eight mL of chloroform, 16mL of methanol and 6.4mL of distilled water were added in the tube. Then, it was capped and stirred every 3 min, slowly, in circular motions during 30 min. After this period, the lid was opened for the vapors to escape, and 8mL of chloroform and 8mL of 1.5% sodium sulfate solution were added. The tube was shaken slowly for 2 min, in circular movements, letting the phases separate naturally. After that, around 10mL of the lower phase was removed with a graduated pipette, taking care not remove sample. This sample was placed in a plastic tube with a lid containing approximately 1 g of anhydrous sodium sulfate (dryer). The tube was capped, shaken, to remove water residues, and filtered on filter paper, to remove chloroforms. The filtrate was placed in a glass tube with a lid. Five mL of the filtrate was pipetted and transferred to a Becker or porcelain capsule previously dried in an oven for 2 h, cooled in a desiccator (20-30 min) and weighed. The solvent was evaporated in an oven at 100–105°C, and the Becker was cooled in a desiccator (30 min) and weighed (crucible mass + lipids). The total nitrogen content was determined by the Kjeldahl method (AOAC, 1995), using the factor 6.25 for conversion into crude protein, from 0.25 g of sample.

2.3.2. Fatty acid profile

The extraction and quantification of total lipids were performed using the technique proposed by Hara and Radin (1978), while the esterification and quantification of fatty acids were determined according to Christie (1989). Fatty acid methyl esters (FAME) were analyzed by gas chromatography (Agilent 6890 Series

Plus, USA) and furnished with a flame ionization detector (FID). Compound separation was executed by capillary column DB-23 of 60 m × 0.25 mm × 0.25 μm (J&W 122–2362). Nitrogen as drag gas with a pressure of 27.9 psi and 1 μL of the sample was injected into the injection door which was operated in split 1/50 mode. The temperature programming of the column started at 115°C for 1 min, increasing 10°C min⁻¹ until attaining 180°C and remaining at that for 3 min. After that, the temperature was increased by 2°C min⁻¹ until reaching 200°C, where it remained there for 2 min. Lastly, the temperature was increased at 1°C min⁻¹ to 220°C where it remained for 23 min, totaling 65.5 min. The FID operated at a constant temperature of 250°C.

The FAME were identified by comparing between the authentic pattern of retention times (Supelco® 37 Components FAME Mix) and the concentrations were expressed as relative percentages of the total (g/100 g FAME). The total contents of saturated fatty acids (SFAs), monounsaturated fatty acids (MUFAs) and polyunsaturated fatty acids (PUFAs) were calculated from the identified fatty acid profiles.

2.3.3. Meat measurements: subcutaneous fat thickness and color descriptors

The subcutaneous fat thickness (SFT) was measured with a caliper, obtained at three quarters of a distance from the medial side of the *Longissimus lumborum* muscle (LLM) in its lateral side of the dorsolumbar line, between the 12th and 13th ribs.

Instrumental color assessment was performed directly on the surface of the meat in the region the loin eye area, between 12th and 13th ribs, after 30 min of exposure to air. A Minolta® CM-700D colorimeter (Konica Minolta, Japan) was used, with A illuminant, measured area diameter of 3 mm, observation angle of 10° and specular component included (SCI). One value was obtained from the average of six determinations per sample. The descriptors registered according to the CIELab system were lightness (L*), redness (a*), yellowness (b*), Chroma (C*) and Hue angle (H*), according to American Meat Science Association (AMSA, 2012). Wavelength reflectance spectra from 360 to 740 nm were also recorded for the calculation of metmyoglobin (MMb) formation (AMSA, 2012).

2.3.4. Sensory analysis

This analysis was approved by the Ethics Committee for Research with Human Beings (ECRHB) of the Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos / São

Paulo University (FZEA/USP) under number CAAE: 58412822.0.0000.5422 on 05/09/2022.

The sensory characteristics of each meat sample were determined using the Quantitative Descriptive Analysis (QDA) described by Stone and Sidel (1998), with trained tasters. For the formation of the sensorial panel of the quantitative descriptive analysis, people from São Paulo University, Campus Pirassununga, were randomly invited, through e-mail, based on their non-aversion to the product used in the study.

After the people recruitment stage, a good health and initial test of tactile panel, taste, fragrance and the scale measurement potential test, a group of 10 evaluators, six women and four men with an average age of 23.7 years, were selected according to their condition and demonstrated abilities, the acuity test stage.

A network method was applied for the development of a lamb meat descriptive terminology (Appendix 1 - Descriptors and references sheet used), according to Moskowitz (1983). Evaluators' training was also carried out in two sessions followed by meetings with the intention of calibrating the tasters, creating a perceptive memory of the parameters and improving the use of the scale. The terminology and references used for the sensory evaluation (odor, off-odor, tenderness, juiciness, flavor, fat flavor, off-flavor) were also established according to MacKintosh et al. (2017) (Appendix 2 - sensory evaluation form used).

The samples were prepared at the Laboratory of Sensory Food Analysis at São Paulo University (FZEA/USP), after overnight thawing at 4°C. The *Longissimus lumborum* samples were cut in steaks of 2 cm. They were prepared in an electric oven until the internal temperature of the muscle reached 74°C, measured by a thermocouple probe. After cooking, 2 cm³ cubes were cut (avoiding incursions of connective tissue and subcutaneous fat), and served to each taster. The cubes were wrapped in aluminum foil, coded with three-digit numbers and kept warm for less than 10 min in an oven at 55°C before tasting.

Sensory evaluations were performed in individual cabins illuminated by red light. For the evaluation of sensory attributes, a 9 value scale was used. The lowest note represented the least intense descriptor, the highest note represented the most intense descriptor, as described by Wood et al. (1995). The meat was tasted in an order based on the designs, described by MacFie et al. (1989), to balance transition effects between samples. Nine sessions of 30 min each were performed meat samples were tested using the monadic method, duly standardized and outlined (Appendix 3).

2.4. Statistical analysis

The experiment was set out in a completely randomized design. Each animal was considered as the experimental unit. Analysis of variance (ANOVA) was performed using the MIXED procedure of the SAS 9.4 statistical program (2012) and differences and interactions were considered significant when the significance level was less than 5% ($P < 0.05$). The fixed effect in the model were breed (Crioula, CXD and Texel) and period. The animal within each treatment was included as a random effect in the model.

Initial weight was used as a covariate in the analysis of treatment effect on final weight, average daily gain, total gain and carcass characteristics. The variables average daily gain, body length, thoracic perimeter, anterior height and posterior height were analyzed as repeated measurements over time. To adjust the temporal autocorrelation observed in the data measured over time, covariance structures were tested to fit the models, based on the Akaike Information Criterion, in which the lowest value represents the best adjusted model. For statistical analysis of the sensory characteristics, the samples were blocked by the sensory sessions and by the tester. The breed was treated as a fixed effect.

Off flavor and fat flavor data did not show normal distribution (Shapiro-Wilk; $P \leq 0.05$). Off flavor was logarithmically transformed and Fat Flavor was logarithmically transformed -1. Results are presented as LSMEANS adjusted means. The variable Off odor were not subjected to transformation, being analyzed using the non-parametric test "Nparway Procedure".

3. Results and discussion

3.1. Productive performance, carcass characteristics and chemical composition of meat

Table 2 shows the productive performance variables of the lambs measured every 14 days of the experiment. Breed had significant effect ($P < 0.05$) on average daily gain (ADG).

The Texel lambs stood out in relation to the Crioula and CXD breeds due to their greater growth. This difference can be explained by the fact that sheep whose genotype determines greater adult weight tend to have greater weight gains and reach body conformation maturity later (Alcalde, 1990). Texel is a breed genetically selected

to have great muscle development, but late fat deposition (Haresign, 1989). In meat production systems, animals with a high weight gain capacity are generally chosen, however this choice is not always the best. Heavier animals have greater nutritional requirements and problems with dystocia, for example (Ribeiro and González- García, 2016).

The DM intake results confirm the greater demands of these animals. The Texel lambs consumed 87% more DM than Crioula breed and 27% more than cross lambs. Despite this difference in consumption, when evaluating feed efficiency and feed conversion there was no difference statistic.

The biological response of crossing the native breed with the Dorper breed demonstrated advantages in the lambs performance. This result corroborates with other studies that evaluated the crossing of native breeds with breeds specialized in meat production, adding to these animals' satisfactory development and greater rusticity (Quesada et al., 2002; Sousa et al., 2012; 2013).

The final body weight and feed conversion did not differ between treatments ($P > 0.05$).

Table 2

Productive performance of lambs of different breeds in a confinement system.

Variables	Breeds			SEM	P value
	Crioula	Crioula x Dorper	Texel		
Initial Weight (kg)	22.12 ^c	25.65 ^b	34.22 ^a	0.9833	<.0001
Final Weight (kg)	35.97	37.63	36.79	0.8872	0.2307
Average Daily Gain (g/day)	133 ^b	193 ^{ab}	211 ^a	0.0150	0.0022
Total Dry Matter Intake (kg)	40.66 ^b	59.76 ^a	75.92 ^a	4.5470	<.0001
Feed Conversion	5.51	6.12	6.69	0.5346	0.3036

Means followed by different letters on the line, within each measured variable, differ statistically by Tukey's test ($P < 0.05$).

SEM: standard error of the mean.

There was interaction ($P < 0.05$) between breed and period for morphometric measurements. The CXD breed did not show a constant increase in AH over time as Crioula and Texel breeds that showed a significant increase over time. Regarding to

BL, TP, and PH, it can be observed that there was a greater development in Texel lambs (Figure 1).

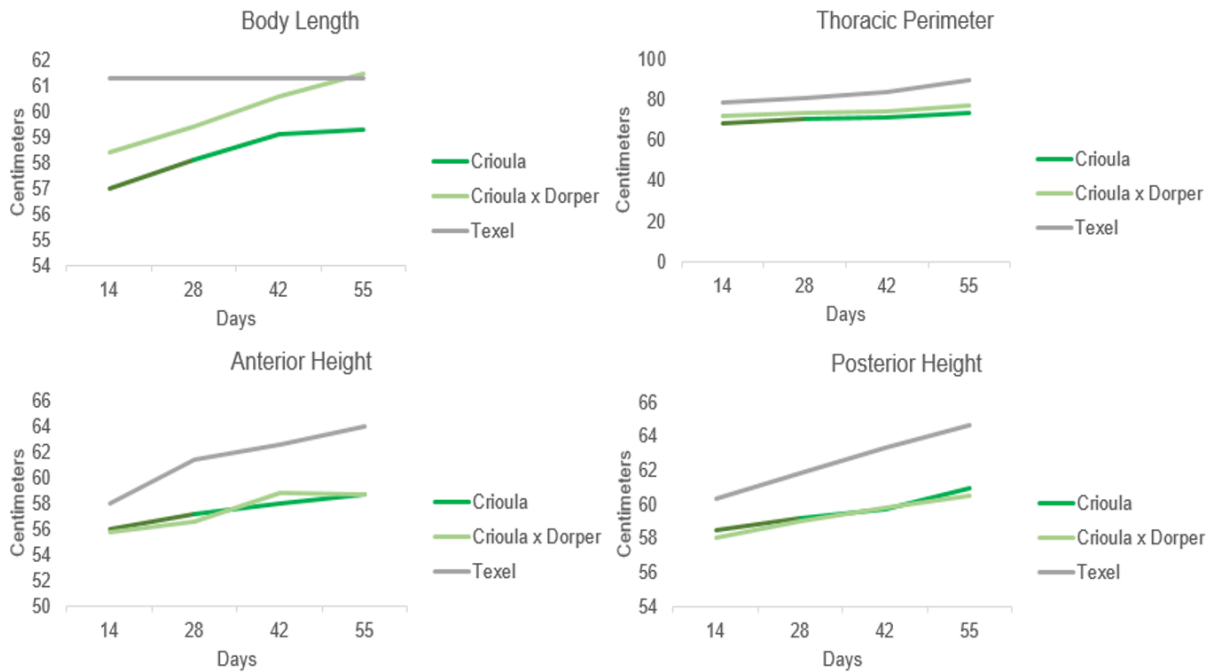


Figure 1 - Morphometric characteristics of lambs of different breeds on different evaluation days in a confinement system.

The leg length, breast depth, rump width, rump perimeter, conformation, meat color and protein did not differ between treatments ($P > 0.05$) (Table 3). The cold carcass weight was higher for Texel ($P < 0.0001$), which resulted in a trend towards greater cold carcass yield ($P = 0.0672$) and greater uniformity in fat coverage ($P = 0.0035$). There was a trend towards greater external carcass length for CXD ($P = 0.0827$).

The Crioula breed showed to be an early fat deposition breed. Although the Crioula lambs were the smallest animals at slaughtering, the Crioula carcass had the greatest SFT ($P = 0.0025$) and the highest percentage of fat in the meat ($P = 0.0120$). This precocity can be used as a positive parameter to be considered to raise Crioula. The Crioula breed can also be considered a mother flock of sheep, due to its size and good feed conversion.

Table 3

Effect of different breeds on carcass characteristics and chemical composition of the meat produced in a confinement system.

Variables	Breeds			SEM	P value
	Crioula	Crioula x Dorper	Texel		
<i>Carcass physic characteristics</i>					
Cold Carcass Weight (kg)	13.55 ^c	16.05 ^b	21.74 ^a	1.0120	<.0001
Cold Carcass Yield (%)	45.87	44.98	47.44	0.7113	0.0672
Carcass External Length (cm)	58.93	59.73	56.98	0.8054	0.0827
Leg Length (cm)	38.52	37.63	37.73	0.6892	0.5364
Breast Depth (cm)	26.84	26.52	24.90	0.4218	0.0615
Rump Width (cm)	26.17	26.59	24.63	0.7463	0.2533
Rump Perimeter (cm)	67.30	67.34	68.48	0.9617	0.7587
<i>Visual score (1-5)</i>					
Fat Coverage	2.9 ^{ab}	2.4 ^b	3.2 ^a	0.1476	0.0035
Conformation	2.76	3.15	3.25	0.1499	0.0852
<i>Meat color</i>					
Luminosity (L)	37.59	36.38	39.49	1.0680	0.1411
Redness (a)	16.21	17.40	16.50	0.7644	0.5240
Yellowness (b)	15.08	15.93	16.87	0.7255	0.2307
<i>Longissimus muscle</i>					
Subcutaneous fat thickness (mm)	6.3 ^a	3.2 ^b	2.1 ^b	0.0821	0.0025
Protein (%)	22.55	23.08	23.16	0.3542	0.4172
Fat (%)	5.42 ^a	3.71 ^{ab}	3.18 ^b	0.5205	0.0120

Means followed by different letters on the line, within each measured variable, differ statistically by Tukey's test ($P < 0.05$).

SEM: standard error of the mean.

The effect of heterosis in CXD lambs might have allowed these animals to have a satisfactory weight gain, as animals of Dorper breed selected to have high environmental adaptability, conformation and uniform carcasses associated with meat quality (Ocak et al., 2016; Issakowicz et al., 2018; Joy et al., 2020). For this reason, exotic transboundary breeds, such as Dorper, are used to improve the performance of locally adapted breeds (Malhado et al., 2009; Souza et al., 2016).

Although the Dorper breed presents fat deposition as one of its characteristics, the cross CXD was not the animals that showed the highest fat content and thickness. Crioula lambs had the highest fat content and thickness, 5.42% and 6,3 mm, respectively. Conversely, Texel lambs had the least 3.18% and 2.1 mm, respectively. The fat contents determined in this study was similar to those found by Prata (1999), who, working with sheep meat, found average values of 4%. This author considered an appropriate content of fat in order to provide protection to the carcass in the cooling process.

Although the percentage of protein was not significant ($P = 0.4172$), its values are close to those described by Ponnampalam et al. 2016, which comments that sheep meat is made up of 21% protein.

3.2. Meat Fatty Acids

The composition of fatty acids (FA) present in lamb carcass are shown in Table 4. There was no effect of breed ($P > 0.05$) on different FA concentrations: SFAs, MUFAs, PUFAs, n3 and n6. There was a trend towards a higher presence of the C17:1 in the CXD cross. However, the concentrations of these fatty acids are relatively small.

Table 4

Relationship of fatty acids present in the meat of lambs from different breeds finished in confinement system.

Fatty acids	Breeds			SEM	P value
	Crioula	Crioula x Dorper	Texel		
Saturated fatty acids (SFAs)					
C:14	1.7793	1.1905	1.4361	0.3519	0.4950
C:15	0.2372	0.1667	0.2682	0.0490	0.3496
C:16	19.0510	18.2407	16.2976	1.7274	0.5185
C:17	0.8660	0.7815	0.7855	0.0864	0.7332
C:18	12.1247	12.7113	10.8982	1.1596	0.5459
C:20	0.0973	0.0206	0.0494	0.0428	0.4432
Monounsaturated fatty acids (MUFAs)					
C14:1	0.2209	0.0382	0.0404	0.1194	0.4615
C15:1	0.0140	0.0127	0.0000	0.0112	0.6274
C16:1	1.2893	1.4893	1.2888	1.3558	0.3873
C17:1	0.5566	0.6819	0.5765	0.0418	0.0943
C18:1n-9C	29.7816	32.9219	30.8001	2.9799	0.7503
C18:1n-9T	0.2308	0.2437	0.2255	0.0372	0.9399
C18:1-11T	0.7111	0.4664	0.8367	0.1723	0.3281
C20:1n-9	0.0197	0.0342	0.0592	0.0278	0.6018
Polyunsaturated fatty acids (PUFAs)					
C18:2n-6C	7.6915	8.2530	8.4058	1.2095	0.9056
C18:2n-6T	0.0580	0.0792	0.1291	0.1524	0.4027
C18:3n-3	0.4487	0.6051	0.8513	0.1370	0.1281
C18:3n-6	0.8585	0.1626	0.1943	0.3930	0.3697
C20:3n-6	0.2146	0.3183	0.2952	0.1015	0.7457
C20:4n-6	3.3293	4.1602	2.8444	0.7287	0.4553
C20:5n-3	0.4654	0.5982	0.8813	0.1745	0.2435
C22:6n-3	0.1850	0.4486	0.3913	0.0946	0.1285
CLA1	0.5563	0.3797	0.6196	0.1039	0.2649
CLA2	0.0000	0.0000	0.0550	0.0307	0.3620
ΣSFAs	42.9250	41.4409	39.0042	2.1314	0.4302
ΣMUFAs	32.8239	35.8884	33.8272	3.2268	0.7917
ΣPUFAs	13.8072	15.0050	14.6674	2.1843	0.9214
Σn3	1.0991	1.6519	2.1239	0.3611	0.1470
Σn6	12.1518	12.9733	11.8688	1.9965	0.9229
n-6/n-3	10.6637	8.0253	6.3288	1.3018	0.0730

Means followed by different letters on the line, within each measured variable, differ statistically by Tukey's test ($P < 0.05$).

n-3 include C18:3n-3, C20:5n-3 and C22:6n-3. n-6 include C18:3n-6, C20:3n-6 and C20:4n-6.

SEM: standard error of the mean.

A total of 29 fatty acids were identified in lamb's meat, eleven of which were saturated fatty acids, eight monounsaturated and ten polyunsaturated. The fatty acids identified in greater proportions in lamb meat were C16:0, C18:0 and C18:1n-9c, which corroborates the data obtained by Perez et al. (2002); Madruga et al. (2005); Madruga et al. (2006); Costa et al. (2009). These three fatty acids account for up to approximately 90% of the total fatty acids in ruminant meat (Gaili and Ali, 1985).

The results found show that race has little influence on the type of fatty acid produced, this result contrasts with Madruga et al. (2006) who found differences between the Santa Inês breed, when crossed with the Dorper breed and with Yousefi et al. (2012) who found differences between indigenous breeds in Iran.

From a nutritional point of view, Simopoulos (2002) indicates that the consumption of omega6/omega 3 should be at a ratio lower than 4 (four), and the lowest ratio found in this study is higher than 6 (six). However, this ratio is highly influenced by the feed type. In this case, high concentrate feed can increase omega6/omega 3 ratio (Demirel et al., 2006).

3.3. Sensory analysis

The different breeds did not influence ($P > 0.05$) the characteristics of odor, off flavor, fat flavor and off odor present in lamb meat (Table 5). However, the CXD cross showed greater tenderness ($P = 0.0129$), greater succulence ($P = 0.0242$) and greater flavor ($P = 0.0173$). The Crioula and Texel breeds were similar to each other in all parameters.

Table 5

Meat sensory characteristics of lambs of different breeds finished in confinement.

Variables	Breeds			SEM	<i>P</i> value
	Crioula	Crioula x Dorper	Texel		
Odor	4.1	4.6	4.4	0.2381	0.3498
Tenderness	5.9 ^b	6.7 ^a	5.8 ^b	0.2188	0.0129
Succulence	6.0 ^{ab}	6.7 ^a	5.8 ^b	0.2401	0.0242
Flavor	6.1 ^{ab}	6.8 ^a	5.9 ^b	0.2320	0.0173
Off Flavor	0.7	0.7	0.7	0.3698	0.9990
Fat Flavor	0.8	0.8	0.8	0.3308	0.9810
Off odor	0.7	0.7	0.7	1.1602	0.9878

Means followed by different letters on the line, within each measured variable, differ statistically by Tukey's test ($P < 0.05$).

SEM: standard error of the mean.

The variable Off odor was analyzed using the non-parametric test "Nparway Procedure".

The breed interfered with the succulence and tenderness of the meat, regularly the main qualitative parameters used to assess consumer satisfaction (Martínez-Cerezo et al., 2005). Tenderness ranged from 5.8 to 6.7, succulence from 5.8 to 6.7 and flavor from 5.9 to 6.8. In this way, the meat from the CXD, stood out with the greatest tenderness, succulence and flavor in relation to the Crioula and Texel lambs. The Texel lambs showed the least values for these parameters. It can be concluded that the sensory characteristics can be influenced by the sheep genetic, being Crioula and its cross CXD better for tenderness and succulence. These characteristics can be influenced by the fat deposition precocity and to the genetic determination of the amount of fat interspersed in the muscle. Some studies have described a positive effect on the marbling in sheep meat by the Dorper breed (Shackelford et al., 2012).

Studies developed by Oliveira (2000) demonstrated that the low meat tenderness is related to the fact that it does not contain intramuscular fat, which favors a faster cooling of the muscular masses, causing the shortening of the sarcomeres and, consequently, the hardening of the muscle mass meat. Thus, the fat deposit precocity and the genetic factor of a breed determines the amount of intramuscular fat deposited. Earlier animals will present higher rates of intramuscular fat than later animals, as can be seen in Dorper lambs, whose meat is highly tender and juicy (Snowder and Duekett, 2003). Saldanha et al. (2022), observed that Dorper meat

lambs showed greater global acceptance by people, probably influenced by tenderness.

4. Conclusion

Our research shows that the Texel breed presented the highest ADG, however, it also presented the highest dry matter intake. Thus, no differences were observed in feed conversion between the breeds studied. The Crioula breed had smaller carcasses than the specialized meat breeds, such as Texel, but showed an earlier finish in terms of fat deposition. The biochemical and physical characteristics of the Crioula meat are similar to the Texel breed and to the CXD cross. However, when crossing Crioula with Dorper, it improves meat parameters mainly the sensory parameters, increasing tenderness and succulence.

Conflicts of interest

The authors declare no real or perceived conflicts of interest.

Acknowledgements

This work was supported by grants from the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) of Brazil, and by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) of Brazil.

References

- Alcalde, M.J., 1990. Producción de carne in la raza Merina: crecimiento y calidad de la canal. 192p. Tesina (Licenciatura) – Facultad de Veterinária, Universidade de Zaragoza, Zaragoza.
- AMSA - American Meat Science Association, 2012. Meat color measurement guidelines. Champaign, 124 p.
- AOAC, 1995. Association of official analytical chemists. Official methods of analysis (16th ed..), AOAC, Washington, DC.
- Bligh, E.G., Dyer, W.J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, v. 37, n. 8, p. 911-917.
- Brazil, 2020. Ministry of Agriculture, Livestock and Supply. Normative nº 03/00, of January 07, 2020. Technical Regulation of Stunning Methods for the Humane Slaughter of Butchery Animals.

Cañeque, V., Sañudo, C., 2000. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. INIA,, Madri, p. 255.

Christie, W.W., 1989. HPLC and GC-mass spectrometry in the analysis of fatty acids. R.C. Cambie (Ed.), *Fats for the Future*, Ellis Horwood, Chichester, pp. 335-344.

Costa, R.G., Batista, A.S.M., Azevedo, P.S. et al., 2009. Lipid profile of lamb meat from different genotypes submitted to diets with different energy levels. *Rev. Bras. de Zootec.*, v.38, n.3, p.532-538.

Demirel, G., Ozpinar, H., Nazli, B., Keser, O., 2006. Fatty acids of lamb meat from two breeds fed different forage: concentrate ratio. *Meat Science*, 72(2), 229-235.

FAO, 1998. Secondary guidelines for development of national farm animal genetic resources management plans: Management of small populations at risk. Rome, Italy.

Gaili, E.S., Ali, A.E., 1985. Meat from Sudan desert sheep and goats: part 2 – composition of the muscular and fatty tissues. *Meat Science*, v.13, p.229-236.

Hara, A., Radin, N.S., 1978. Lipid Extraction of Tissues with a Low-Toxicity Solvent *Anal. Biochem.*, 90, pp. 420-426.

Haresing, W., 1989. *Producción Ovina*. A. G. T. Editor S. A. 592 p., México.

Issakowicz, J., Issakowicz, A.C.K.S., Bueno, M.S., Costa, R.L.D., Geraldo, A.T., Abdalla, A.L., McManus, C. and Louvandini, H., 2018. Crossbreeding locally adapted hair sheep to improve productivity and meat quality. *Scientia Agricola*, 75(4), 288-295.

Joy, A., Dunshea, F.R., Leury, B.J., DiGiacomo, K., Clarke, I.J., Zhang, M.H., Abhijith, A., Osei-Amponsah, R., Chauhan, S.S., 2020. Comparative assessment of thermotolerance in Dorper and second-cross (Poll Dorset/Merinox Border Leicester) Lambs. *Animals*, 10(12), 2441.

MacFie, H.J., Bratchell, N., Greenhoff, K., Vallis, L.V., 1989. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *J. Sens. Stud.* 4, 129-148.

MacKintosh, S.B., Richardson, I., Kim, E.J., Dannenberger, D., Coilmier, D., Scollan, N.D., 2017. Addition of an extract of Lucerne (*Medicago sativa* L.) to cattle diets – effects on fatty acid profile, meat quality and eating quality of the *M. longissimus* muscle. *Meat Sci.* 130, 69-80.

Madruga, M.S., Araújo, W.O.D., Sousa, W.H.D., César, M.F., Galvão, M.D.S., Cunha, M.D.G.G., 2006. Effect of genotype and sex on the chemical composition and fatty acid profile of lamb meat. *Rev. Bras. de Zootec.*, v.35, n.34, p.1838-1844.

Madruga, M.S., Sousa, W.H., Rosales, M.D. et al., 2005. Meat quality of Santa Inês lambs finished with different diets. *Rev. Bras.de Zootec.*, v.34, n.1, p.309-315.

Malhado, C.H.M., Carneiro, P.L.S., Affonso, P.R.A.M., Souza Jr, A.A.O. and Sarmiento, J.L.R., 2009. Growth curves in Dorper sheep crossed with the local Brazilian breeds, Morada Nova, Rabo Largo, and Santa Inês. *Small Ruminant Research*, 84(1-3), 16-21.

Martínez-Cerezo, S., Sañudo, C., Medel, I., Olleta, J. L., 2005. Breed, slaughter weight and ageing time effects on sensory characteristics of lamb. *Meat Science*, v. 69, Issue 3, p. 571-578.

Moskowitz, H.R., 1983. *Product testing and sensory evaluation of foods: Marketing and R&D approaches*. Westport: Food and Nutrition Press, 605p.

National Research Council – NRC, 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. 1. Ed. Washington, DC, USA: NAP, p.362.

Ocak, S., Ogun, S. and Yilmaz, O., 2016. Dorper sheep utilizing feed resources efficiently: a Mediterranean case study. *Rev. Bras. de Zootec.* 45(8), 489-498.

Oliveira, A. L., 2000. Softness of beef. *Cad. Téc. de Vet. e Zootec.*, n.33, p. 7-18.

Osório, J.C.S., Osório, M.T.M., Jardim, P.O., Pimentel, M.A., Pouey, J.L., Lüder, W.E., Cardellino, R.A., Oliveira, N.M., Gularte, M.A., Borba, M.F. Motta, L., Esteves, R., Monteiro, E., Zambiasi, R., 1998. *Methods for evaluating sheep meat production: "In vivo" in carcass and meat*. Universidade Federal de Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, UFPEL.

Perez, J.R.O., Bressan, M.C., Bragagnolo, N. et al., 2002. Effect of slaughter weight of Santa Inês and Bergamácia lambs on the profile of fatty acids, cholesterol and chemical properties. *Ciênc. e Tecno. de Ali.*, v.22, n.1, p.11-18.

Ponnampalam, E.N.; Holman, B.W.B.; Scollan, N.D., 2016. Sheep: meat. In: CABALLERO, B.; FINGLAS, P. M.; TOLDRÁ, F. (ed.). *Encyclopedia of food and health*. Oxford: Elsevier, p. 750-757.

Prata, L.F., 1999. *Hygiene and inspection of meat, fish and derivatives*. Jaboticabal: FUNEP, 217p.

Quesada, M., McManus, C. and Couto, F.A.A., 2002. Estimation of genetic and phenotypic parameters for Brazilian hair sheep in central Brazil, *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31, 342–349.

Ribeiro, E.L.A., González-García, E., 2016. Indigenous sheep breeds in Brazil: potential role for contributing to the sustainability of production systems. *Trop Anim Health Prod* 48, 1305–1313.

Saldanha, R.B., Cirne, L.G.A., Brant, L.M.S. et al., 2022. Productive characteristics of feedlot Santa Inês and Dorper lambs: intake, digestibility, feeding behavior, performance, carcass traits, and meat quality. *Trop Anim Health Prod* 54, 17.

SAS - STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS, 2012. SAS 9.4 for windows. Cary: SAS.

Selaive-Villarroel, A.B. e J.C. da S. Osório., 2014. Sheep production in Brazil. Roca, São Paulo. 1° Ed.

Shackelford, S.D., Leymaster, K.A., Wheeler, T.L., Koohmaraie, M., 2012. Effects of breed of sire on carcass composition and sensory traits of lamb. *J. Anim. Sci.* 90, 4131–4139.

Simopoulos, A.P., 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & pharmacotherapy*, v.56, n.8, p. 365-379.

Snowder, G.D., Duckett, S.K., 2003. Evaluation of the South African Dorper as a terminal sire breed for growth, carcass, and palatability characteristics. *Jour. Ani. Scienc.*, v.81, p.368-375.

Sousa, W.H., Cartaxo, F.Q., Costa, R.G., Cezar, M.F., Cunha, M.G.G., Pereira Filho, J.M., Santos, N.M., 2012. Biological and economic performance of feedlot lambs feeding on diets with different energy densities, *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41, 1285–1291.

Souza, D.A., Selaive-Villarroel, A.B., Pereira, E.S., Osório, J.C.S., Teixeira, A., 2013. Growth performance, feed efficiency and carcass characteristic of lambs produced from Dorper sheep crossed with Santa Inês or Brazilian Somali sheep, *Small Ruminant Research*, 114, 51–55.

Souza, D.A., Selaive-Villarroel, A.B., Pereira, E.S., Silva, E.M.C., Oliveira, R.L., 2016. Effect of the Dorper breed on the performance, carcass and meat traits of lambs bred from Santa Inês sheep. *Small Ruminant Research*, 145, 76-80.

Stone, H., Sidel, J.L., 1998. Quantitative descriptive analysis: Developments, applications, and the future. *Food Technology*, v.52, n.8, p.48-52.

Van Soest, P.J, Robertson, J.B, Lewis, B.A., 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74, pp. 3583-3597, 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.

Vaz, C.M.S.L., 2000. Morphology and fitness of Crioula sheep. *Min. da Agri. e do Abast. Embrapa Pecuária Sul. Documento 22. Novembro. Páginas: páginas 5,6,7,8,13,14.*

Vaz, C.M.S.L., Muniz, E.N., Bricarello, P.A., Carvalho, S., Gonçalves e Gonçalves, I., Echevarria, F.A.M., 1999. Meat production evaluation and external morphology of Crioula Lanada and Corriedale lambs. In: *Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 36. 1999. Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBZ, p.186. Publicado como artigo expandido em CD.

Wood, J., Nute, G., Fursey, G., Cuthbertson, A., 1995. The effect of cooking conditions on the eating quality of pork. *Meat Sci.* 40 (2), 127-135.

Yousefi, A.R., Kohram, H., Shahneh, A.Z., Nik-Khah, A., Campbell, A.W., 2012. Comparison of the meat quality and fatty acid composition of traditional fat-tailed (Chall) and tailed (Zel) Iranian sheep breeds. *Meat Science*, 92(4), 417-422.

Appendix

Appendix 1- Descriptors and references sheet QDA lamb meat.

Descriptor	Definition
Lamb odor intensity	Odor associated with the species
Off-odor Undesirable or less desirable odors in lamb meat	Such as wool, bay, liver, ammonia, rancidity, etc.
Tenderness	Ease of chewing the specimen between the molar teeth
Succulence	Overall tenderness (initial + sustained) perceived during mastication
Lamb flavor intensity	Aroma and taste associated with the species
Fat flavor intensity	Aroma and taste associated with fat
Off- flavor Undesirable flavor intensity or less desirable flavors in lamb meat	Like wool, bay, liver, ammonia, rancidity, etc.

Appendix 2- Lamb meat QDA evaluation sheet.

Fitting room: _____ Date: _____

Please taste the lamb meat sample, one by one, starting from left to right, and mark the perceived intensities of each attribute on the scale.

Sample: _____

Intensity of "Odor of a lamb"	_____	No odor	Very intense odor
Intensity "Off-odor"	_____	No odor	Very intense odor
Tenderness	_____	Extreme hard	Extreme tender
Succulence	_____	Extremo dry	Extreme juicy
Intensity of "Flavor a lamb"	_____	No flavor	Very intense Flavor
Intensity of "Flavor a fat"	_____	No flavor	Very intense Flavor
Intensity of "Off-flavor"	_____	No flavor	Very intense Flavor

Appendix 3- Example of design used in the sessions.

Fitting room	Session		
1 nome	745, 614, 128	444, 292, 386	211, 803, 564
2...	745, 128, 614	292, 386, 444	803, 564, 211
3	614, 128, 745	444, 386, 292	564, 803, 211
4	128, 614, 745	386, 292, 444	211, 564, 803
5	128, 614, 745	444, 386, 292	803, 564, 211
6	745, 614, 128	292, 386, 444	564, 803, 211
7	614, 745, 128	386, 292, 444	211, 564, 803
8	745, 614, 128	444, 292, 386	211, 564, 803
9	614, 745, 128	386, 292, 444	803, 564, 211
10	128, 745, 614	386, 444, 292	564, 803, 211
T1- Crioula	128	292	564
T2 – Texel	614	444	803
T3 - Dor – Cri	745	386	211

CAPÍTULO III

Desempenho produtivo, comportamento ingestivo e características qualitativas e quantitativas da carne e carcaça da raça Crioula produzidos em campo nativo do Bioma Pampa

Resumo

O presente estudo tem como objetivo analisar o desempenho produtivo, o consumo de forragem, o comportamento ingestivo e a qualidade da carne e da carcaça de cordeiros Crioula e Texel terminados em campo nativo. No estudo utilizou-se 20 cordeiros das raças Crioula e Texel, machos castrados e desmamados, com peso vivo inicial médio de 28.36 ± 1.04 e 27.61 ± 1.04 kg e idade entre 3 e 4 meses. Os animais foram mantidos em pastejo contínuo, recebendo água e sal mineral *ad libitum*. Avaliações de desempenho e da pastagem foram realizadas a cada 28 dias. Após o abate, foram avaliadas as características métricas da carcaça e realizadas análises físicas e de ácidos graxos da carne. Os cordeiros foram destinados ao abate com peso vivo final médio de 32.80 ± 1.08 kg nos Crioulas e 32.51 ± 1.08 kg nos Texel. Além da análise de variância, foi realizada análise de correlação entre o desempenho animal e os dados de qualidade da carcaça e da carne. As raças Crioula e Texel apresentaram peso inicial, GMD e peso final próximos. Mesmo não apresentando diferenças para a maioria das variáveis, os cordeiros Crioula tiveram maior ECC ($P = 0.0030$). Em relação as concentrações de ácidos graxos presentes na carne, a raça Crioula apresentou uma maior concentração na carne ($P < 0,05$) de C16:1 ($P = 0.0430$), C18:1n-9C ($P = 0.0308$), C18:1n-9T ($P = 0.0056$), C24:1 ($P = 0.0231$), CLA1 ($P = 0.0168$) e teor total de MUFAs ($P = 0.0428$). Crioula e Texel não diferiram no tempo de pastejo e de ruminação ($P = 0.2233$ e $P = 0.2765$, respectivamente), no entanto a raça Texel apresentou menor tempo de ócio ($P = 0.0448$). Os cordeiros Crioula e Texel apresentaram características produtivas semelhantes, entretanto, a raça Crioula destacou-se em relação a qualidade da carcaça e da carne. Devido a essa qualidade, a raça Crioula, mostra-se como uma boa opção em rebanhos criados em campo nativo. As diferenças físicas e químicas da carne podem servir para agregar valor à carne da raça Crioula, autóctone do campo nativo do bioma Pampa.

Palavras-chave: ácidos graxos; física; pastejo; ruminação

1. Introdução

As pastagens nativas do Rio Grande do Sul são as principais fontes de alimentos volumosos para os animais, além de contribuírem com a conservação do solo, da água e da biodiversidade (Moojen e Maraschin, 2002; Pizzani et al., 2007). Conforme Jaurena et al. (2021), a produção da pastagem nativa está concentrada na primavera, apresentando um declínio no fim do verão, com uma produção mínima no inverno. Entretanto, o desempenho produtivo dos rebanhos ovinos não provém somente dos fatores ligados ao meio, mas também de fatores genéticos, bem como suas interações. Uma vez que, mesmo em condições ótimas, animais de genótipo inferior terão baixa produção (Jaurena et al., 2021). Assim, a raça ou o grupo genético influenciam no desenvolvimento corporal, podendo o mesmo ser influenciado tanto pelo maior, como pelo menor potencial de ganho de peso, e deste modo na qualidade do produto final, sendo fundamental para o estabelecimento de resultados econômicos satisfatórios (Pacheco et al., 2008).

As ovelhas da raça Crioula foram adaptadas localmente ao Sul do Brasil após séculos de utilização para produção de cordeiros e lã, durante a colonização da região. Devido à presença de fibras de lã meduladas de coloração natural na lã produzida pelas ovelhas Crioula, ela é muito utilizada na fabricação de artesanato e na tapeçaria industrial no Brasil (Moreira & Silva, 2004; Arco, 2017).

A raça Texel é originária da Holanda e caracteriza-se por aptidão na produção de carne, precocidade reprodutiva, além de sua carcaça ser apontada como de excelente qualidade, o que se deve principalmente pela menor deposição de gordura (Garcia et al., 2000). A raça Texel é uma das principais raças produtoras de carne no Brasil, principalmente na região sul (região subtropical) do Brasil (McManus et al., 2010).

Desta maneira, o presente estudo tem como intuito comparar o desempenho produtivo, o consumo de forragem, o comportamento ingestivo e a qualidade de carcaça e carne de cordeiros de duas raças contrastantes, Crioula e Texel, terminadas em campo nativo no bioma Pampa.

2. Material e métodos

Este estudo foi conduzido na Estação Experimental Agronômica (EEA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil (Latitude 29°13'26"Sul e

Longitude 53°40'45" Oeste), entre os meses de fevereiro a abril de 2023. Todos os procedimentos animais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil (protocolo número 41559) (Anexo C).

2.1. Animais, manejos e tratamentos

O período experimental teve duração de 64 dias, precedido de 7 dias de adaptação ao campo nativo e aos manejos. No início do período de adaptação, todos os cordeiros foram medicados por via oral contra parasitas gastrointestinais com albendazol 10% (Albendathor 10; Fabiani Saúde Animal Ltda®, SP, Brasil, 5 mg/kg PC) e vacinados contra clostridiose (Ourovac® 10 TH , 2 mL).

Foram utilizados 20 cordeiros, sendo 10 da raça Crioula e 10 da raça Texel, castrados, com idade média de 120 dias e peso corporal inicial (PC) médio de 28.36 ± 1.04 e 27.61 ± 1.04 kg, respectivamente. Os animais foram distribuídos em dois tratamentos de acordo com seu grupo racial e alocados em uma área experimental de campo nativo com 1.2 hectares, onde os animais tiveram acesso à água e ao sal mineral *ad libitum*. A pastagem foi roçada a 20 cm de altura residual para uniformização da área, realizada um dia antes do início de cada período experimental. Utilizou-se uma oferta de forragem de 14%, procurando atingir o máximo desempenho dos animais.

Os cordeiros foram pesados no início do experimento e ao final de cada período experimental de 28 dias, após jejum de líquidos e sólidos de 12 horas. Além da pesagem foram realizadas avaliações morfométricas com auxílio de fita métrica, sendo: comprimento corporal (CC), perímetro torácico (PT), altura anterior (AA) e altura posterior (AP). Na mesma ocasião, foi avaliado o Escore de Condição Corporal (ECC) dos animais, através da técnica descrita por Thompson e Meyer (1994), com escores variando de um (animal muito magro) a cinco (animal muito gordo).

O consumo diário de forragem dos animais foi estimado através da técnica de coleta total de fezes. Tal avaliação acontecia na terceira semana de cada período. As fezes eram coletadas durante cinco dias consecutivos, através da utilização de bolsas coletoras, utilizando 3 animais por tratamento. As fezes eram retiradas das sacolas

duas vezes ao dia, uma no período da manhã e outra no período da tarde. Após a retirada e pesagem das fezes das sacolas, era retirada uma amostra de 60 g por animal depositada em embalagens de alumínio, identificadas e levadas para a estufa à 60°C até manter o peso constante para obtenção do teor de matéria seca. Calculou-se, então, o consumo diário dos animais através da seguinte equação:

$$\text{Consumo (g/dia)} = \text{Produção fecal (g/dia)} / (1 - \text{Digestibilidade da pastagem colhida por imitação de pastejo}).$$

2.3. Avaliações da Pastagem

A altura do pasto foi verificada a cada 7 dias por meio de amostragem aleatória, utilizando um sward stick de 1.5 m (Barthram, 1985), realizando medições em 100 pontos aleatórios do piquete, medindo o ponto mais alto da folha a partir do solo.

As avaliações para estimativa da massa de forragem foram realizadas em três momentos, no primeiro dia do experimento e ao final de cada período experimental de 28 dias, utilizando uma moldura de 0,25 m², totalizando oito pontos amostrais. Essas amostras foram cortadas rente ao solo, coletadas e pesadas. As amostras foram homogêneas e foram retiradas duas subamostras, uma para determinação da porcentagem de matéria seca (MS), e outra para separação botânica em lâmina foliar, caule + bainha, inflorescência, gramíneas, leguminosas, outras espécies e material senescente. Após a separação botânica, todas as subamostras foram colocadas em estufa de ar forçado a uma temperatura média de 60°C até peso constante, quando as amostras foram pesadas em balança de precisão de 0.1 g.

A taxa diária de acúmulo de forragem foi medida a cada 28 dias, utilizando cinco gaiolas de exclusão de pastejo, conforme Klinglmann et al. (1943). O objetivo da avaliação foi medir a taxa diária de crescimento da pastagem, possibilitando subsequentes cálculos de oferta de forragem e ajuste da taxa de lotação. O acúmulo diário de forragem foi estimado pela diferença entre a amostra cortada dentro da gaiola no presente período, e a massa de forragem cortada no período anterior fora da gaiola, dividida pelo número de dias do período (Tabela 1).

Tabela 1. Características quantitativas do campo nativo avaliadas a cada 28 dias, obtidos através de corte de forragem rente ao solo, sob pastejo de cordeiros de diferentes raças.

Variáveis	28 dias	56 dias	EPM	P value
Teor de Matéria Seca (% MS)	44.3	47.1	0.0193	0.3025
Massa de forragem (kg MS/ha)	5745.5	4788.1	0.6381	0.2950
Folha (%)	34.6	49.5	0.0339	0.0035
Colmo + Bainha (%)	22.0	18.9	0.0288	0.4461
Relação Folha/Colmo	1.7	3.4	0.4496	0.0126
Inflorescência (%)	8.0	4.2	0.0239	0.2613
Material Morto (%)	34.8 ^a	24.9 ^b	0.0283	0.0191
Altura (cm)	41.2 ^a	29.9 ^b	2.8100	0.0197

EPM: erro padrão da média.

Amostras de forragem foram coletadas de forma separada para cada raça em um intervalo de sete dias, utilizando a técnica de simulação de pastejo de acordo com Euclides et al. (1992), para avaliar a qualidade nutricional das forragens através do comportamento de pastejo. Foram realizadas análises bromatológicas das amostras de forragem para estimar os teores de proteína bruta (PB, método nº 984,13), conforme metodologia da AOAC (1995). A análise da digestibilidade aparente *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) foi realizada segundo Tilley e Terry (1963). A concentração de fibra em detergente neutro (FDN) foi analisada segundo Van Soest et al. (1991), enquanto fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA) segundo Goering e Van Soest (1970). As determinações de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) também foram realizadas conforme metodologia descrita por Licitra et al. (1996).

Tabela 2. Qualidade nutricional do campo nativo, obtido através de amostras de simulação de pastejo de cordeiros desmamados.

Variáveis* (% MS)	Crioula 28 dias	Texel 28 dias	Crioula 56 dias	Texel 56 dias
PB	13.44	13.88	11.63	11.50
FDN	61.83	62.67	71.40	71.08
FDA	33.44	33.17	38.85	38.30
LDA	3.57	3.52	4.21	4.38
NIDN	1.31	1.14	1.07	1.16
NIDA	0.76	0.76	0.90	0.71

PB: proteína bruta, FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido, LDA: lignina detergente ácido, NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

2.4. Comportamento Ingestivo

A avaliação do comportamento ingestivo foi realizada com anotações contínuas durante o dia (do nascer ao pôr do sol) a cada 10 minutos, por pessoas treinadas usando o método descrito por Jamieson e Hodgson (1979). As observações foram realizadas apenas durante o dia porque a maioria das atividades de pastoreio de ruminantes ocorrem durante este período (Rook et al., 2002). Os animais foram identificados individualmente com coleiras de tecido de diferentes cores, sendo cada grupo racial observado por uma pessoa. As avaliações foram realizadas uma vez a cada 28 dias.

O tempo de ruminação (TR) foi considerado o período em que o animal não estava pastando, mas sim mastigando o bolo ruminal. O tempo de ócio (TO) representou o período em que o animal não estava pastando nem ruminando. O tempo de pastejo (TP) foi o período em que o animal estava pastando ativamente ou selecionando a forragem, incluindo o período utilizado para deslocamento durante a seleção da dieta. As atividades de pastejo, ruminação e ócio foram registrados individualmente para cada animal.

2.5. Procedimentos de abate e amostragem da carne

Ao final do experimento, todos os cordeiros foram abatidos no mesmo dia, utilizando procedimentos comerciais padrão de acordo com as normas do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (BRASIL, 2020) em frigorífico comercial. Após 12 horas de jejum e dieta hídrica, os animais foram atordoados com dardo cativo e sangrados através da secção dos grandes vasos do pescoço. Cada carcaça foi imediatamente pesada e armazenada a 4°C por 24 horas.

Após esse período, as carcaças foram pesadas novamente, obtendo-se o peso de carcaça fria (PCF) e, conseqüentemente, o rendimento de carcaça fria (RCF). Após o resfriamento da carcaça, foram avaliados visualmente a conformação (Osório et al., 1998) das carcaças, sendo classificadas em uma escala de 1 a 5 (menor a maior escala). As carcaças foram seccionadas longitudinalmente em duas metades e

realizadas medidas morfométricas na metade direita, avaliando comprimento externo, comprimento interno, comprimento da perna, largura de garupa, perímetro de garupa e profundidade do peito (Selaive-Villaruel e Osório, 2014).

O músculo *Longissimus lumborum* foi retirado inteiro do lado direito e esquerdo, embalado a vácuo e congelado para posterior análise da composição de ácidos graxos, composição físico-química e descritores de cores. A região entre a 12^a e a 13^a costela foi utilizada para avaliação do pH de 24 horas e a área do olho de lombo, que foi medida com papel manteiga.

No momento em que as carcaças eram seccionadas de acordo com os cortes comerciais os mesmos eram pesados em balança, afim de obter-se o peso e a porcentagem dos cortes comerciais da carcaça.

2.6. Análises de qualidade da carne

2.6.1. Perfil de ácidos graxos

A extração e quantificação dos lipídios totais foram realizadas pela técnica proposta por Hara e Radin (1978), enquanto a esterificação e quantificação dos ácidos graxos foram determinadas segundo Christie (1989). Os ésteres metílicos de ácidos graxos (FAME) foram analisados por cromatografia gasosa (Agilent 6890 Series Plus, EUA) e equipados com detector de ionização de chama (DIC). A separação dos compostos foi executada pela coluna capilar DB-23 de 60 m × 0.25 mm × 0.25 µm (J&W 122–2362). Nitrogênio como gás de arrasto com pressão de 27.9 psi e 1 µL da amostra foi injetado na porta de injeção que funcionou no modo split 1/50. A programação de temperatura da coluna iniciou em 115°C por 1 min, aumentando 10°C min⁻¹ até atingir 180°C e permanecendo nesta temperatura por 3 min. Após isso, a temperatura foi aumentada em 2°C min⁻¹ até atingir 200°C, onde permaneceu por 2 min. Por fim, a temperatura foi aumentada de 1°C min⁻¹ até 220°C onde permaneceu por 23 min, totalizando 65.5 min. O FID operou a uma temperatura constante de 250°C.

Os FAME foram identificados comparando o padrão autêntico de tempos de retenção (Supelco® 37 Components FAME Mix) e as concentrações foram expressas como porcentagens relativas do total (g/100 g FAME). O conteúdo total de ácidos

graxos saturados (SFAs), ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs) e ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) foram calculados a partir dos perfis de ácidos graxos identificados.

Para avaliar a qualidade nutricional da fração lipídica da carne, foram calculados o índice de aterogenicidade (IA) e o índice trombogênico (IT) conforme equação descrita por Ulbricht e Southgate (1991), $IA = [(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)] / (\Sigma MUFA + \Sigma n-6 + \Sigma n-3)$; $IT = (C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0,5 \times \Sigma MUFA) + (0,5 \times \Sigma n-6) + (3 \times \Sigma n-3) + (\Sigma n-3 / \Sigma n-6)]$. A proporção de hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h:H) foi calculada como $h:H = (C18:1n-9C + C18:2n-6 + C20:4n-6 + C18:3n-3 + C20:5n-3) / (C14:0 + C16:0)$ e ácidos graxos desejáveis (DFAs) foram obtidos de acordo com Rhee (1992), em que $DFA = (MUFA + PUFA + C18:0)$.

2.6.2. Medição de parâmetros: espessura de gordura subcutânea e descritores de cores

A espessura da gordura subcutânea (EGS) foi mensurada com paquímetro, obtido a três quartos de distância da face medial do músculo *Longissimus lumborum* em sua face lateral da linha dorso-lombar, entre a 12^a e a 13^a costelas.

A avaliação instrumental da cor foi realizada diretamente na superfície da carne, na região área de olho de lombo, entre a 12^a e a 13^a costela, após 30 min de exposição ao ar. Foi utilizado um colorímetro Minolta® CM-700D (Ko-nica Minolta, Japão), com iluminante A, com diâmetro de área medida de 3 mm, ângulo de observação de 10° e componente especular incluído (SCI). Um valor foi obtido a partir da média de seis determinações por amostra. Os descritores registrados segundo o sistema CIELab foram luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*), saturação (C*) e matiz (H*), segundo American Meat Science Association (AMSA, 2012).

2.7. Análises estatísticas

Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado. Cada animal foi considerado como unidade experimental. A análise de variância (ANOVA) foi realizada utilizando o procedimento MIXED do programa estatístico SAS 9.4 (2012)

e as diferenças e interações foram consideradas significativas quando o nível de significância foi inferior a 5% ($P < 0.05$). Os fatores fixos no modelo foram raça (Crioula e Texel) e período. O animal em cada tratamento foi incluído como efeito aleatório no modelo.

Para ajustar a autocorrelação temporal observada nos dados medidos ao longo do tempo, foram testadas estruturas de covariância para ajuste dos modelos, com base no Critério de Informação de Akaike, em que o menor valor representa o modelo melhor ajustado.

3. Resultados e Discussão

3.1. Desempenho produtivo

Na Tabela 3 estão descritos os resultados de desempenho mensurados em cada um dos períodos experimentais. As raças Crioula e Texel apresentaram peso inicial e final semelhantes, 28.36 ± 1.04 e 32.80 ± 1.08 kg nos Crioula e 27.61 ± 1.04 e 32.51 ± 1.08 kg nos Texel, originando carcaças semelhantes para as principais características que conferem qualidade a mesma.

Tabela 3. Efeito das diferentes raças no desempenho produtivo de cordeiros em sistema de terminação em campo nativo do Bioma Pampa.

Variáveis*	PER	Raça		Médias	P value		
		Crioula	Texel		Raça	PER	Raças*PER
GMD (g/dia)	1	93	113	103 ^A	0.3846	<.0001	0.1552
	2	51	47	49 ^B			
	Média	72	80				
CTMS (g/dia)	1	753	920	837 ^A	0.0008	<.0001	0.1327
	2	641	709	675 ^B			
	Média	697 ^b	815 ^a				
CA (dia)	1	7.50	8.30	7.90 ^B	0.1289	0.0005	0.3186
	2	11.66	15.44	13.55 ^A			
	Média	9.58	11.87				
ECC	1	2.4	2.1	2.2 ^B	0.0073	0.0169	0.2468
	2	2.8	2.2	2.5 ^A			
	Média	2.6 ^a	2.1 ^b				

*GMD: ganho médio diário; CTMS: consumo total de matéria seca; CA: conversão alimentar; ECC: escore de condição corporal.

PER: períodos

A raça não apresentou diferenças significativas para a maioria das variáveis. Os cordeiros da raça Crioula tiveram maior ECC ($P = 0.0073$) comparado aos cordeiros Texel. Período foi significativo para GMD, consumo de matéria seca, conversão alimentar, CC, PT, AA, AP e ECC. Houve interação entre raças e períodos para PT (Figura 1).

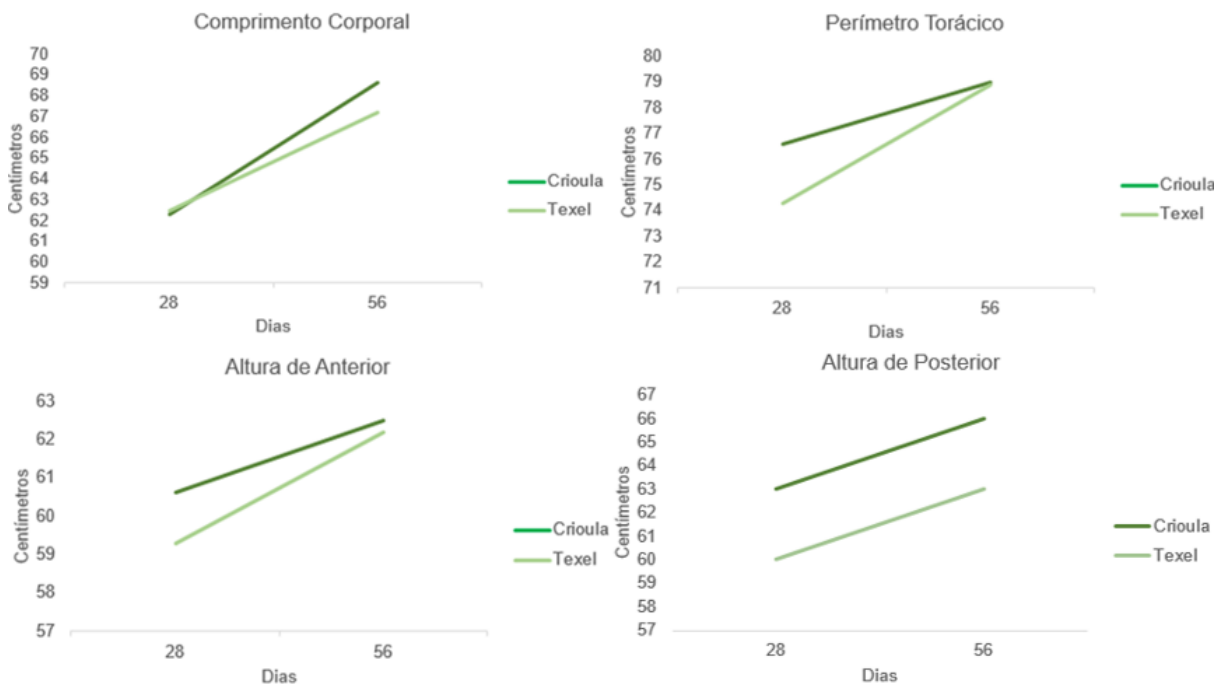


Figura 1 - Características morfométricas de cordeiros de diferentes raças em diferentes dias de avaliação em campo nativo.

O ECC foi influenciado pela raça, sendo maior nos cordeiros Crioula, seguido dos Texel, com valores de 2.6 e 2.1, respectivamente. A diferença encontrada pode ser atribuída ao acúmulo de gordura observado em cordeiros Crioula. A raça Crioula demonstrou ser mais precoce na deposição de gordura, apresentando maior espessura de gordura, acabamento conformação e marmoreio que a raça Texel (Tabela 6). Fisiologicamente, os animais da raça Crioula têm o potencial de estar pronto para o abate mais cedo. Devido ao menor número e tamanho de fibras musculares, a raça Crioula começa a depositar gordura em sua carcaça antes daqueles animais com alta capacidade de desenvolvimento muscular, como a raça

Texel, por exemplo. Portanto, podemos considerar que animais da raça Crioula, quando criados da mesma forma, podem ser abatidos mais cedo que cordeiros da raça Texel.

Na média a conversão alimentar não apresentou diferença entre Crioula e Texel ($P = 0.1289$), mas pode-se observar uma considerável variação entre os animais. Há a necessidade de aumentar o número de repetições para talvez observar diferenças significativas.

3.2. Comportamento Ingestivo

As diferentes raças mantidas em campo nativo apresentaram tempo de pastejo e tempo de ruminação semelhantes ($P = 0.2233$ e $P = 0.2765$, respectivamente), com médias para pastejo de 456 min nos cordeiros da raça Crioula e 475.5 min nos Texel, e para ruminação com 121 e 136 min nos Crioula e Texel, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Comportamento ingestivo de cordeiros de diferentes raças terminados em pasto nativo.

Variáveis	PER	Raça		Médias	P value		
		Crioula	Texel		Raça	PER	Raças*PER
Pastejo	1	406.0	437.0	421.5 ^B	0.2233	<.0001	0.2862
	2	506.0	514.0	510.0 ^A			
	Média	456.0	475.5				
Ruminação	1	102.0	124.0	113.0 ^B	0.2765	0.0084	0.1413
	2	140.0	136.0	138.0 ^A			
	Média	121.0	130.0				
Ócio	1	208.0 ^a	143.0 ^b	175.5 ^A	0.0449	<.0001	0.0202
	2	68.0 ^c	62.0 ^c	65.0 ^B			
	Média	138.0 ^a	102.5 ^b				

PER: períodos

O período apresentou significância para pastejo, ruminação e ócio ($P < .0001$, $P = 0.0084$ e $P < .0001$, respectivamente). Houve interação entre tratamento e período para tempo de ócio ($P = 0.0202$), sendo menor no segundo período com 65 min. O resultado encontrado pode estar relacionado com as características da pastagem a

qual os animais estavam mantidos pois, pode-se observar que a mesma apresentou uma menor altura (29.95 cm) e uma menor massa de forragem (4788.1 kg MS/ha) no segundo período, refletindo em um maior tem de pastejo e ruminação, diminuindo o tempo de ócio.

Em relação ao tempo de ócio houve diferença significativa ($P = 0.0449$) entre as raças, sendo o tempo menor para os Texel com 102.5 min, em comparação com 138.0 min nos Crioula. Essa diferença pode estar relacionada com a reatividade emocional a qual é influenciada por diferenças genéticas (Boissy et al., 2005), pois conhecidamente o Texel é uma raça mais reativa.

3.3. Características da carcaça e composição química da carne

Na Tabela 5 apresenta-se as variáveis de qualidade da carcaça e da carne dos cordeiros Crioula e Texel. As raças apresentaram efeito significativo ($P < 0.05$) para Cor (L), h(A), pernil (%), sendo estas maiores na Texel e para pescoço (kg e %) e lombo (%) maiores na Crioula.

Tabela 5. Características da carcaça e composição química da carne de cordeiros Crioula e Texel terminados em campo nativo.

Variáveis	Raça		EPM	P value
	Crioula	Texel		
Características Físicas da Carcaça				
Peso de Carcaça Fria (kg)	13.71	13.38	0.586	0.7035
Rendimento de Carcaça Fria (%)	41.69	40.78	0.826	0.4438
Comprimento de Perna (cm)	37.70	36.77	0.496	0.2062
Comprimento Interno de Carcaça (cm)	63.45	61.68	0.792	0.1361
Comprimento Externo de Carcaça (cm)	66.30	65.61	0.971	0.6225
Largura de Garupa (cm)	23.70	24.72	0.379	0.0737
Profundidade de Peito (cm)	24.30	24.00	0.325	0.5237
Perímetro de Garupa (cm)	64.85	66.22	0.956	0.3250
Longissimus				
pH	5.74	5.75	0.042	0.8574
Área de Olho de Lombo	10.48	10.12	0.680	0.7124
Espessura de Gordura Subcutânea (mm)	3.15	2.46	0.402	0.2465
Lipídios	8.65	5.61	1.057	0.0581
Escore Visual (1-5)				
Acabamento	3.20	3.00	0.348	0.6902
Conformação	3.40	3.33	0.372	0.9009
Marmoreio	2.10	1.77	0.254	0.3837
Descritores de Cor				
Cor (L)	35.03 ^b	39.31 ^a	0.717	0.0006
Cor (a)	16.43	15.99	0.301	0.3204
Cor (b)	9.70	10.22	0.231	0.1283
C*(A)	19.09	18.99	0.353	0.8449
h(A)	30.44 ^b	32.55 ^a	0.439	0.0035
Cortes da Carne				
Pescoço (kg)	1.10 ^a	0.97 ^b	0.037	0.0192
Pescoço (%)	8.12 ^a	7.31 ^b	0.178	0.0048
Paleta (kg)	1.15	1.22	0.057	0.3824
Paleta (%)	8.43	8.73	0.137	0.1472
Costela (kg)	2.15	2.04	0.094	0.4271
Costela (%)	15.71	15.34	0.210	0.2334
Lombo (kg)	1.11	0.97	0.060	0.1265
Lombo (%)	8.08 ^a	7.28 ^b	0.135	0.0006
Pernil (kg)	2.04	2.08	0.078	0.7402
Pernil (%)	14.99 ^b	15.58 ^a	0.151	0.0127

EPM: erro padrão da média.

Mesmo não apresentando diferenças significativas para a maioria das variáveis, os cordeiros Crioula tiveram maior peso de carcaça fria ($P = 0.7035$) e consequentemente maior rendimento de carcaça fria ($P = 0.4438$), maior acabamento ($P = 0.6902$), maior conformação ($P = 0.9009$), maior marmoreio ($P = 0.3837$) e o

maior EGS ($P = 0.2465$). Há, possivelmente, a necessidade de aumentar o número de repetições para que se possa determinar se há diferença significativa entre essas raças. Entretanto, observa-se que a raça crioula é uma raça que tem o potencial de ser mais eficiente em termos alimentares e mais precoce em termos de deposição de gordura quando criada em campo nativo.

3.5. Ácidos graxos da carne

A composição de ácidos graxos (AG) encontrados na carne de cordeiro terminados em campo nativo pode ser observada na Tabela 6. Foram identificados 31 ácidos graxos na carne, sendo onze ácidos graxos saturados, nove monoinsaturados e onze poliinsaturados.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para C16:1 ($P = 0.0430$), C18:1n-9C ($P = 0.0308$), C18:1n-9T ($P = 0.0056$), C24:1 ($P = 0.0231$), CLA1 ($P = 0.0168$) e para o teor total de MUFAs ($P = 0.0428$), sendo os maiores teores encontrados na raça Crioula. Não houve efeito da raça ($P > 0,05$) nas concentrações de SFAs, PUFAs, n3, n6 e na relação n6:n3.

Tabela 6. Relação de ácidos graxos presentes na carne de cordeiros de diferentes raças terminados em pastagem nativa.

Ácidos Graxos Saturados (SFAs)	Raça		EPM	P value
	Crioula	Texel		
C:14	0.3742	0.3397	0.2198	0.9130
C:15	0.2174	0.1568	0.0483	0.3886
C:16	12.1745	8.8151	1.5249	0.1388
C:17	0.7504	0.5847	0.1076	0.2924
C:18	11.3757	8.6126	1.4628	0.2004
C:20	0.0000	0.0116	0.0082	0.3322
C:22	1.8880	1.4413	0.2625	0.2464
Ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs)				
C14:1	0.0187	0.0207	0.0197	0.9454
C15:1	0.5691	0.6720	0.2127	0.7369
C16:1	0.8419 ^a	0.4680 ^b	0.1203	0.0430
C17:1	0.2066	0.3468	0.0740	0.1997
C18:1n-9C	21.8770 ^a	13.0778 ^b	2.6281	0.0308
C18:1n-9T	0.2353 ^a	0.0865 ^b	0.0328	0.0056
C18:1-11T	0.9651	0.8329	0.2729	0.7363
C20:1n-9	0.0764	0.0427	0.0267	0.3864
C24:1	0.6147 ^a	0.2926 ^b	0.0906	0.0231
Ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs)				
C18:2n-6C	9.7112	6.7354	1.2413	0.1094
C18:2n-6T	0.0000	0.0200	0.0141	0.3322
C18:3n-3	2.5925	1.7975	0.3467	0.1245
C18:3n-6	0.0637	0.0000	0.0300	0.1528
C20:2	0.9703	0.6464	0.1394	0.1198
C20:3n3	0.3030	0.3736	0.1994	0.8055
C20:3n-6	0.4172	0.3202	0.0884	0.4488
C20:4n-6	3.9699	3.4124	0.7468	0.6048
C20:5n-3	0.1070	0.0478	0.0828	0.6206
CLA1	0.5659 ^a	0.2090 ^b	0.0945	0.0168
CLA2	0.1136	0.1200	0.0708	0.9499
SFAs	27.1819	20.0001	3.3100	0.1445
MUFAs	25.4050 ^a	15.8400 ^b	3.0733	0.0428
PUFAs	18.8143	13.6822	2.3435	0.1410
n3	3.0024	2.2189	0.3450	0.1279
n6	14.1621	10.4880	1.9760	0.2071
n6:n3	4.7765	4.3831	0.6744	0.6855
Índices de saúde				
Ácidos graxos desejáveis	55.5950	42.9018	5.5663	0.1278
Índice de aterogenicidade	0.3253	0.3487	0.0342	0.6356
Índice de trombogenicidade	0.8318	0.8837	0.0757	0.6348
h:índice H	3.0770	2.8259	0.1984	0.3854

Médias seguidas de letras diferentes na linha, dentro de cada variável medida, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0.05$).

EPM: erro padrão da média.

Os ácidos graxos identificados em maiores proporções na carne ovina foram C16:0, C18:0 e C18:1n-9c, o que corrobora os dados obtidos por Perez et al. (2002); Madruga et al. (2005); Madruga et al. (2006); Costa et al. (2009), sendo todos encontrados em maiores proporções na carne dos cordeiros Crioula. Esses três ácidos graxos representam aproximadamente 90% do total de ácidos graxos na carne de ruminantes (Gaili e Ali, 1985).

A redução na concentração de MUFAs nos Texel, resulta principalmente de níveis reduzidos de C18:1n-9C, Níveis mais elevados desse ácido graxo pode auxiliar a saúde humana, uma vez que os MUFAs podem ajudar na redução do risco de doença cardiovascular (Feldman, 2002). De acordo com Simopoulos (2002), do ponto de vista nutricional o consumo de ômega6/ômega3 deve estar em uma proporção inferior a 4 (quatro), proporção próxima das encontradas neste trabalho.

As diferentes raças de cordeiros não afetaram as concentrações de SFAs indesejáveis, como C12:0, C14:0 e C16:0 (French et al., 2003), nem os índices de saúde, como conteúdo de IA, IT, h:H e DFAs.

4. Conclusão

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, os cordeiros das raças Crioula e Texel apresentaram características produtivas semelhantes, entretanto, a raça Crioula destacou-se em relação a qualidade da carcaça e da carne, apresentando uma carcaça com deposição de gordura mais precoce e ácidos graxos que podem caracterizar uma carne mais saudável para saúde humana. Assim, a carne da raça Crioula produzida em campo nativo do bioma pampa mostra ter características que podem servir para melhorar a saúde das pessoas e serem exploradas para a agregação de valor.

Referências

AMSA - **American Meat Science Association**. Meat color measurement guidelines. Champaign, 124 p, 2012.

AOAC - **ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST**. Official methods of analysis. 15th ed. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemist, 1995.

ARCO. **Associação Brasileira de Criadores de Ovinos**. Crioula. Available at: Available at: <<http://www.arcoovinos.com.br/index.php/mn-srgo/mn-padroesraciais?id=44>>. Accessed on: Abril, 22 2021.

BARTHAM, G.T. **Experimental techniques: the HFRO sward stick**. In: ALCOCK, M.M. (ed.). Biennial report of the hill farming research organization. Midlothian: Hill Farming Research Organization, p. 29-30, 1985.

BOISSY, A.; BOUIX, J.; ORGEUR, P.; POINDRON, P.; BIBÉ, B.; LE NEINDRE, P. Genetic analysis of emotional reactivity in sheep: effects of the genotypes of the lambs and of their dams. **Genet. Sel. Evol.**, 37, pp. 381-401, 2005.

BRASIL. **Ministry of Agriculture, Livestock and Supply**. Normative nº 03/00, of January 07, 2020. Technical Regulation of Stunning Methods for the Humane Slaughter of Butchery Animals, 2020.

CHRISTIE, W.W. **HPLC and GC-mass spectrometry in the analysis of fatty acids**. R.C. Cambie (Ed.), Fats for the Future, Ellis Horwood, Chichester, pp. 335-344, 1989.

COSTA, R.G.; BATISTA, A.S.M.; AZEVEDO, P.S. et al. Lipid profile of lamb meat from different genotypes submitted to diets with different energy levels. **Rev. Bras. de Zootec.**, v.38, n.3, p.532-538, 2009.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de diferentes métodos de amostragem sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 21, n. 4, p. 691-702, 1992.

FELDMAN, E.B. The scientific evidence for a beneficial health relationship between walnuts and coronary heart disease. **J. Nutr.**, 132, pp. 1062-1101, 10.1093/jn/132.5.1062s, 2002.

FRENCH, P.; O'RIORDAN, E.G.; MONAHAN, F.J.; CAFFREY, P.J.; MOLONEY, A.P. Fatty acid composition of intra-muscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. **Livest. Prod. Sci.**, 81, pp. 307-317, 10.1016/S03016226(02)00253-1, 2003.

GAILI, E.S.; ALI, A.E. Meat from Sudan desert sheep and goats: part 2 – composition of the muscular and fatty tissues. **Meat Science**, v.13, p.229-236, 1985.

GARCIA, I.F.F.; PEREZ, J.R.O.; TEIXEIRA, J.C.; BARBOSA, C.M.P. Desempenho de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês puros, terminados em confinamento, alimentados com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, V. 29, n. 2, p. 564-572, 2000.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (apparates, reagents, procedures and some applications)**. Washington, DC: USDA/ Agricultural Research Service, 19 p. (Handbook number, 379), 1970.

HARA, A.; RADIN, N.S. **Lipid Extraction of Tissues with a Low-Toxicity Solvent** *Anal. Biochem.*, 90, pp. 420-426, 1978.

JAMIESON W.S; HODGSON J. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip grazing for grazing dairy cows. **Grass Forage Sci.**, 34:261–71, 1979.

JAURENA, M.; DURANTE, M.; DEVINCENZI, T.; SAVIAN, J.V.; BENDERSKY, D.; MOOJEN, F.G.; PEREIRA, M.; SOCA, P.; QUADROS, F.L.F.; PIZZIO, R.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F.; LATTANZI, A. Native Grasslands at the Core: A New Paradigm of Intensification for the Grasslands of Southern South America to Increase Economic and Environmental Sustainability. **Frontiers in Sustainable Food Systems**. March 2021. doi: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.547834>, 2021.

KLINGLMANN, D.L.; MILES, S.R.; MOTT, G.O. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. **Journal of Society Agronomy**, Washington, DC, v. 35, n. 9, p. 739-746, 1943.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of produceres for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 57, n. 4, p. 347- 358, 1996.

MADRUGA, M.S.; ARAÚJO, W.O.; SOUSA, W.H. et al. Effect of genotype and sex on the chemical composition and fatty acid profile of lamb meat. **Rev. Bras. de Zootec.**, v.35, n.34, p.1838-1844, (supl.), 2006.

MADRUGA, M.S.; SOUSA, W.H.; ROSALES, M.D. et al. Meat quality of Santa Inês lambs finished with different diets. **Rev. Bras.de Zootec.**, v.34, n.1, p.309-315, 2005.

MALAN, F.S.; VAN WYK, J.A. The packed cell volume and color of the conjunctivae as aids for monitoring *Haemonchus contortus* infestations in sheep. In: Biennial National Veterinary Congress, 1., 1992, Grahamstown, África do Sul. **Anais [...]**. Grahamstown: South African Veterinary Association, v. 1, p.139, 1992.

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

MOOJEN, E.L.; MARASCHIN, G.E. Potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a níveis de oferta de forragem. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, 2002.

MOREIRA, G.R.P.; SILVA, M.C. **La retomada de la crianza de ovejas criollas em el Brasil**. La Propaganda Rural, n.1557, p.92-95, 2004.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; JARDIM, P.O.; PIMENTEL, M.A.; POUHEY, J.L.; LÜDER, W.E.; CARDELLINO, R.A.; OLIVEIRA, N.M.; GULARTE, M.A.; BORBA, M.F.; MOTTA, L.; ESTEVES, R.; MONTEIRO, E.; ZAMBIAZI, R. **Methods for evaluating sheep meat production: “In vivo” in carcass and meat**. Universidade Federal de Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, UFPEL, 1998.

PACHECO, A.; QUIRINO, C.R. Estudo das características de crescimento em ovinos. **Pubvet**, v.2, n.29, p.1982-1263, 2008.

PEREZ, J.R.O.; BRESSAN, M.C.; BRAGAGNOLO, N. et al. Effect of slaughter weight of Santa Inês and Bergamácia lambs on the profile of fatty acids, cholesterol and chemical properties. **Ciênc. e Tecno. de Ali.**, v.22, n.1, p.11-18, 2002.

PIZZANI, R.; ROSSATO, O.B.; SCHAEFER, G.L.; SILVA, L.S.; LOVATO, T. Oferta de forragem de um campo nativo submetido à calagem e adubação. In: **XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Gramado, 2007.

RHEE, K.S. **Fatty acids in meats and meat products**. C.K. Chow (Ed.), Fatty Acids in Foods and Their Health Implications, Marcel Dekker, New York, pp. 65-93, 1992.

ROOK A.J.; HARVEY A.; PARSONS A.J.; PENNING P.D.; ORR R.J. Effect of longterm changes in relative resource availability on dietary preference of grazing sheep for perennial ryegrass and white clover. **Grass Forage Sci.**, 57:54– 60. doi: 10.1046/j.1365-2494.2002.00301.x, 2002.

SAS - **STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS**. SAS 9.4 for windows. Cary: SAS, 2012.

SELAIVE-VILLARROEL, A.B.; OSÓRIO, J.C. da S. **Sheep production in Brazil**. Roca, São Paulo. 1º Ed, 2014.

SIMOPOULOS, A.P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomedicine & pharmacotherapy**, v.56, n.8, p. 365-379, 2002.

THOMPSON, J.M.; MEYER, H. **Body condition scoring of sheep**. Oregon: Oregon State University. Extension Service, 1994.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.

ULBRICHT, T.L.V.; SOUTHGATE, D.A.T. **Review article - Coronary heart disease: seven dietary factors**. Lancet, 338, pp. 985-992, 1991.

VAN SOEST, P.J., et al. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal Dairy Science**. Champaign, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

CAPÍTULO IV

Raça Crioula, raça autóctone do bioma Pampa: Características produtivas e qualidade da carne e carcaça de cordeiros terminados em dois sistemas de produção

Resumo

A conservação da raça ovina Crioula, assim como de outros recursos genéticos, é interessante para garantir fonte de renda, alimento e a própria sustentabilidade do setor agropecuário. Esse estudo tem o objetivo de comparar a carne de cordeiros da raça Crioula terminados em campo nativo e em confinamento. No estudo utilizou-se 21 cordeiros da raça Crioula, machos castrados e desmamados, com peso vivo inicial médio de 25.24 ± 1.07 kg e idade entre 3 e 4 meses. No campo nativo, os animais foram alocados em uma área experimental em pastejo contínuo, já no confinamento os cordeiros foram alojados individualmente de forma aleatória, em baias de 3m^2 , todos animais recebiam água e sal mineral *ad libitum*. As avaliações de desempenho e da pastagem foram realizadas a cada 28 dias. Após o abate, foram realizadas análises físicas e de ácidos graxos da carne. Os cordeiros foram destinados ao abate com peso vivo final médio de 34.38 ± 1.02 . Além da análise de variância, foi realizada análise de correlação entre o desempenho animal e os dados de qualidade da carcaça e da carne. Os cordeiros mantidos em campo nativo apresentaram pior conversão alimentar ($P = 0.0002$), menor rendimento de carcaça fria ($P < .0001$), menor EGS ($P = 0.0281$), menor cor (L) ($P = 0.0130$) e menor cor (b) ($P < .0001$). Entretanto, em relação as concentrações de ácidos graxos presentes na carne, os animais mantidos em campo nativo apresentaram uma maior concentração ($P < 0,05$) para C22 ($P < .0001$), C15:1 ($P = 0.0093$), C24:1 ($P < .0001$), C18:3n-3 ($P < .0001$), C20:2 ($P < .0001$), CLA2 ($P = 0.0455$), n3 ($P = 0.0001$), enquanto os terminados em confinamento apresentaram maior concentração para C14 ($P = 0.0112$), C16 ($P = 0.0024$), C17:1 ($P = 0.0001$), C22:6n-3 ($P = 0.0237$), para o teor total de SFAs ($P = 0.0002$) e relação n6:n3 ($P = 0.0080$). Os sistemas de terminação em campo nativo e confinamento apresentaram características produtivas e de qualidade da carcaça e da carne bem distintas. Observou-se que animais terminados em campo nativo apresentaram pior desempenho, mas a sua carne apresenta características bioquímicas benéficas para a saúde humana que podem ser usadas para agregar valor de forma a auxiliar o produtor e a preservação do bioma Pampa.

Palavras-chave: ácidos graxos; Bioma Pampa; confinamento; raça

1. Introdução

Ao considerar o contexto das mudanças climáticas, das variações e tendências de mercado e dos custos de produção, a conservação da raça ovina Crioula Lanada, assim como dos campos naturais é interessante para garantir fonte de renda, alimento e a própria sustentabilidade do setor agropecuário (Jabbar e Diedhiou, 2003; Nardone et al., 2010; Thornton, 2010).

A raça Crioula Lanada possui aptidão mista para carne, pele e lã, sendo a pele e a lã naturalmente coloridas e exploradas para o artesanato (Vaz, 2000; Azambuja Ribeiro e González-García, 2016). Em relação à produção de carne, os animais Crioula apresentam carne magra, com maciez e sabor diferenciados (Vaz, 1999).

O campo nativo tem o potencial de gerar uma carne diferenciada em termos de características físicas e químicas. Estudos com bovinos tem mostrado que o campo nativo pode gerar uma carne com diferentes concentrações de ácidos graxos e com benefícios a saúde humana (Devincenzi et al., 2012). Além disso, a diferenciação da carne pode garantir um valor agregado a produção em ambiente natural de forma a beneficiar o produtor e a preservar o bioma nativo. De fato, os resultados desse estudo têm o potencial de auxiliar na manutenção do campo nativo que vem sendo devastado por atividades que no curto prazo dão maior retorno econômico (Overbeck et al., 2009; Nabinger et al., 2009). Esse trabalho de pesquisa é um passo importante tanto para preservação do bioma Pampa como pela conservação do germoplasma de uma raça autóctone importante para a região subtropical da América do Sul.

Hipotetizou-se que a carne da raça crioula produzida no campo nativo do bioma Pampa pode ser diferenciada em relação a carne produzida em confinamento, contribuindo para agregação de valor a saúde humana. Então, o objetivo principal desse estudo foi comparar as características físicas e químicas da carne de cordeiros da raça Crioula terminados em campo nativo e em confinamento, apesar das diferenças de desempenho e conversão alimentar.

2. Material e métodos

O presente artigo foi realizado em dois anos consecutivos em dois locais distintos. O experimento em campo nativo foi conduzido na Estação Experimental Agronômica (EEA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil (Latitude 29°13'26" Sul e Longitude 53°40'45" Oeste), entre os meses de fevereiro a abril de 2023. O confinamento foi realizado na Unidade Experimental de Ovinos da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) - Campus Dom Pedrito, Sul do Brasil (Latitude 30°58'54" Sul e Longitude 54°40'39" Oeste), entre os meses de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022.

Todos os procedimentos animais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Brasil (protocolo número 23100.001885/2022-55) (Anexo B) e pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil (protocolo número 41559) (Anexo C).

2.1. Animais, manejos e tratamentos

O período experimental teve duração de 64 dias no campo nativo e 62 no confinamento precedido de 7 dias de adaptação às baias, a dieta, ao campo nativo, e aos manejos. Foram utilizados 21 cordeiros da raça Crioula, sendo 10 cordeiros mantidos em campo nativo e 11 em confinamento, castrados, com idade média de 120 dias e peso corporal inicial (PC) médio de 28.36 ± 1.10 e 22.12 ± 1.05 kg, respectivamente.

Os cordeiros foram pesados ao final de cada período experimental de 28 dias após jejum de líquidos e sólidos de 12 horas. No campo nativo, os animais foram alocados em uma área experimental com 1.2 hectares, onde os animais tiveram acesso à água e ao sal mineral *ad libitum*. A pastagem foi roçada a 20 cm de altura residual, realizada um dia antes do início de cada período experimental. Utilizou-se uma oferta de forragem de 14%, procurando atingir o máximo desempenho dos animais.

O consumo diário de forragem dos animais no campo nativo foi mensurado através da técnica de coleta total de fezes. Tal avaliação acontecia na terceira semana

de cada período de quatro semanas. Recolheu-se as fezes totais durante cinco dias, através da utilização de bolsas coletoras, utilizando 3 animais por tratamento. As fezes eram retiradas das sacolas duas vezes ao dia, uma no período da manhã e outra no período da tarde. Após a retirada e pesagem das fezes das sacolas, era retirada uma amostra de 60 g por animal depositada em embalagens de alumínio, identificadas e levadas para a estufa à 60°C até manter o peso constante para obtenção do teor de matéria seca. No presente estudo o consumo diário dos animais foi estimado utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Consumo (g/dia)} = \text{Produção fecal (g/dia)} / (1 - \text{Digestibilidade}).$$

No confinamento os cordeiros foram alojados individualmente de forma aleatória, em baias de 3m² que permitiam contato visual com seus pares. Durante o período de adaptação, os animais receberam oferta crescente da dieta base em 1; 1.5; 2 e 4% do peso corporal no primeiro, terceiro, quinto e sétimo dia, respectivamente.

Após o período de adaptação, os cordeiros foram alimentados com suas respectivas dietas experimentais *ad libitum*. Durante todo o período experimental os animais tiveram acesso à água *ad libitum*. A ração diária foi formulada homogeneamente com milho, farelo de soja e feno de azevém picado para atender às necessidades de crescimento dos animais na dose de 200 g/animal/dia (NRC, 2007). A Tabela 1 apresenta a dieta experimental e suas composições químicas médias. A dieta foi fornecida aos cordeiros duas vezes ao dia durante todo o experimento, às 7h30 e às 16h30. Antes do fornecimento da ração, as sobras foram pesadas, ajustando-se diariamente a quantidade de ração de forma a fornecer sobras diárias de aproximadamente 10%.

Tabela 1. Ingredientes e composição química da dieta experimental.

Ingredientes	% na dieta
Feno de azevém	69.0
Concentrado:	31.0
Milho	85.5
Farelo de soja	13.0
Calcário calcítico	1.5

Em ambos os experimentos no início do período de adaptação, todos os cordeiros foram medicados por via oral contra parasitas gastrointestinais com albendazol 10% (Albendathor 10; Fabiani Saúde Animal Ltda®, SP, Brasil, 5 mg/kg PC), vacinados contra clostridiose (Ourovac® 10 TH, 2 mL) e brincados.

2.2. Avaliações da pastagem, do concentrado e do volumoso

A altura do pasto foi verificada a cada 7 dias por meio de amostragem aleatória, utilizando um sward stick de 1.5 m (Barthram, 1985), realizando medições em 100 pontos aleatórios do piquete, medindo o ponto mais alto da folha a partir do solo.

As avaliações para estimativa da massa de forragem foram realizadas no primeiro dia do experimento e a partir de então a cada 28 dias com cortes da pastagem em áreas de 0.25 m², totalizando oito pontos amostrais. Essas amostras foram cortadas rente ao solo, coletadas e pesadas. As amostras foram homogeneizadas e retirou-se duas subamostras, uma para determinação da porcentagem de matéria seca (MS), e outra para separação botânica em lâmina foliar, caule + bainha, inflorescência, gramíneas, leguminosas, outras espécies e material senescente. Após a separação botânica, todas as subamostras foram colocadas em estufa de ar forçado a uma temperatura média de 60°C até peso constante, quando as amostras foram pesadas em balança de precisão de 0.1 g.

A taxa diária de acúmulo de forragem foi medida a cada 28 dias, utilizando cinco gaiolas de exclusão de pasto, conforme Klinglmann et al. (1943). O objetivo da avaliação foi medir a taxa diária de crescimento da pastagem, possibilitando subsequentes cálculos de oferta de forragem e ajuste da taxa de lotação. O acúmulo diário de forragem foi estimado pela diferença entre a amostra cortada dentro da gaiola

no presente período, e a massa de forragem cortada no período anterior fora da gaiola, dividida pelo número de dias do período (Tabela 2).

Tabela 2. Características quantitativas do campo nativo a cada 28 dias, sob pastejo de cordeiros Crioula, obtidas através de amostras da pastagem cortadas rente ao solo.

Variáveis	28 dias	56 dias	EPM	P value
Teor de Matéria Seca (% MS)	44.3	47.1	0.0193	0.3025
Massa de Forragem (kg MS/ha)	5745.5	4788.1	0.6381	0.2950
Folha (%)	34.6 ^b	49.5 ^a	0.0339	0.0035
Colmo + Bainha (%)	22.0	18.9	0.0288	0.4461
Relação Folha/Colmo	1.7 ^b	3.4 ^a	0.4496	0.0126
Inflorescência (%)	8.0	4.2	0.0239	0.2613
Material Morto (%)	34.8 ^a	24.9 ^b	0.0283	0.0191
Altura (cm)	41.2 ^a	29.9 ^b	2.8100	0.0197

EPM: erro padrão da média.

Amostras de forragem foram coletadas a cada 07 dias utilizando a técnica de simulação de pastejo de acordo com Euclides et al. (1992), para avaliar a qualidade nutricional das forragens.

Foram realizadas análises bromatológicas das amostras do campo nativo e da mistura concentrado/volumoso para estimar os teores de proteína bruta (PB, método nº 984,13), conforme metodologia da AOAC (1995). A análise da digestibilidade aparente in vitro da matéria orgânica (DIVMO) foi realizada segundo Tilley e Terry (1963). A concentração de fibra em detergente neutro (FDN) foi analisada segundo Van Soest et al. (1991), enquanto fibra em detergente ácido (FDA) segundo Goering e Van Soest (1970). As determinações de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) também foram realizadas conforme metodologia descrita por Licitra; Hernandez; Van Soest (1996) (Tabela 3).

Tabela 3. Qualidade nutricional do campo nativo e da mistura concentrado/volumoso ofertada no confinamento, oriunda de amostras de simulação de pastejo dos cordeiros.

Variáveis* (% MS)	Campo Nativo	Confinamento
PB	12.53	12.3
FDN	66.61	65.4
FDA	36.14	6.8
NIDN	1.19	1.4
NIDA	0.83	2.19

*PB: proteína bruta, FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido, NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

2.3. Procedimentos de abate e amostragem da carne

Ao final dos experimentos, todos os cordeiros foram abatidos no mesmo dia, utilizando procedimentos comerciais padrão de acordo com as normas do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal - RIISPOA (BRASIL, 2020) em frigorífico comercial. Após 12 horas de jejum e dieta hídrica, os animais foram atordoados com dardo cativo e sangrados através da secção dos grandes vasos do pescoço. Cada carcaça foi imediatamente pesada e armazenada a 4°C por 24 horas.

Após esse período, as carcaças foram pesadas novamente, obtendo-se o peso de carcaça fria (PCF) e, conseqüentemente, o rendimento de carcaça fria (RCF).

O músculo *Longissimus lumborum* foi retirado, embalado a vácuo e congelado para posterior análise da composição de ácidos graxos e descritores de cores. A região entre a 12^a e a 13^a costela foi utilizada para avaliação do pH de 24 horas e a área do olho de lombo, que foi medida com papel manteiga.

2.4. Análises de qualidade da carne

2.4.1. Perfil de ácidos graxos

A extração e quantificação dos lipídios totais foram realizadas pela técnica proposta por Hara e Radin (1978), enquanto a esterificação e quantificação dos ácidos graxos foram determinadas segundo Christie (1989). Os ésteres metílicos de ácidos graxos (FAME) foram analisados por cromatografia gasosa (Agilent 6890 Series Plus,

EUA) e equipados com detector de ionização de chama (DIC). A separação dos compostos foi executada pela coluna capilar DB-23 de 60 m x 0.25 mm x 0.25 µm (J&W 122–2362). Nitrogênio como gás de arrasto com pressão de 27.9 psi e 1 µL da amostra foi injetado na porta de injeção que funcionou no modo split 1/50. A programação de temperatura da coluna iniciou em 115°C por 1 min, aumentando 10°C min⁻¹ até atingir 180°C e permanecendo nesta temperatura por 3 min. Após isso, a temperatura foi aumentada em 2°C min⁻¹ até atingir 200°C, onde permaneceu por 2 min. Por fim, a temperatura foi aumentada de 1°C min⁻¹ até 220°C onde permaneceu por 23 min, totalizando 65.5 min. O FID operou a uma temperatura constante de 250°C.

Os FAME foram identificados comparando o padrão autêntico de tempos de retenção (Supelco® 37 Components FAME Mix) e as concentrações foram expressas como porcentagens relativas do total (g/100 g FAME). O conteúdo total de ácidos graxos saturados (SFAs), ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs) e ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs) foram calculados a partir dos perfis de ácidos graxos identificados.

Para avaliar a qualidade nutricional da fração lipídica da carne, foram calculados o índice de aterogenicidade (IA) e o índice trombogênico (IT) conforme equação descrita por Ulbricht e Southgate (1991), $IA = [(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)] / (\Sigma MUFA + \Sigma n-6 + \Sigma n-3)$; $IT = (C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0,5 \times \Sigma MUFA) + (0,5 \times \Sigma n-6) + (3 \times \Sigma n-3) + (\Sigma n-3 / \Sigma n-6)]$. A proporção de hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h:H) foi calculada como $h:H = (C18:1n-9C + C18:2n-6 + C20:4n-6 + C18:3n-3 + C20:5n-3) / (C14:0 + C16:0)$ e ácidos graxos desejáveis (DFAs) foram obtidos de acordo com Rhee (1992), em que $DFA = (MUFA + PUFA + C18:0)$.

2.4.2. Medição de parâmetros: espessura de gordura subcutânea e descritores de cores

A espessura da gordura subcutânea (EGS) foi mensurada com paquímetro, obtido a três quartos de distância da face medial do músculo *Longissimus lumborum* em sua face lateral da linha dorso-lombar, entre a 12^a e a 13^a costelas.

A avaliação instrumental da cor foi realizada diretamente na superfície da carne, na região área de olho de lombo, entre a 12ª e a 13ª costela, após 30 min de exposição ao ar. Foi utilizado um colorímetro Minolta® CM-700D (Ko-nica Minolta, Japão), com iluminante A, com diâmetro de área medida de 3 mm, ângulo de observação de 10° e componente especular incluído (SCI). Um valor foi obtido a partir da média de seis determinações por amostra. Os descritores registrados segundo o sistema CIELab foram luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*), segundo American Meat Science Association (AMSA, 2012).

2.5. Análises estatísticas

Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado. Cada animal foi considerado como unidade experimental. A análise de variância (ANOVA) foi realizada utilizando o procedimento MIXED do programa estatístico SAS 9.4 (2012) e as diferenças e interações foram consideradas significativas quando o nível de significância foi inferior a 5% ($P < 0.05$). Os fatores fixos no modelo foi sistema de produção. O animal em cada tratamento foi incluído como efeito aleatório no modelo.

Para ajustar a autocorrelação temporal observada nos dados medidos ao longo do tempo, foram testadas estruturas de covariância para ajuste dos modelos, com base no Critério de Informação de Akaike, em que o menor valor representa o modelo melhor ajustado.

3. Resultados e Discussão

3.1 Desempenho zootécnico

Na Tabela 4 se observa as variáveis de desempenho dos cordeiros Crioula manejados em dois sistemas de terminação. Os sistemas de produção, campo nativo e confinamento, diferiram significativamente ($P < 0.05$) para a maioria das variáveis avaliadas.

Tabela 4. Efeito dos diferentes sistemas de produção no desempenho zootécnico de cordeiros da raça Crioula em dois sistemas de produção.

Variáveis	Campo Nativo	Confinamento	EPM	P value
Peso Inicial (kg)	28.36 ^a	22.12 ^b	1.0763	0.0006
Peso Final (kg)	32.80	35.97	1.2823	0.0887
Ganho Total (kg)	4.44 ^b	13.85 ^a	0.6132	0.0028
Ganho Médio Diário (g/dia)	72 ^b	133 ^a	0.0107	0.0004
Consumo de Matéria Seca/dia (g/dia)	697	655	8.1270	0.7065
Conversão Alimentar	11.66 ^a	5.51 ^b	1.0752	0.0002

EPM: erro padrão da média.

Os cordeiros Crioula mantidos em campo nativo terminaram com peso semelhante aos animais do confinamento ($P = 0.0887$). Esse resultado está de acordo com o recomendado por Prache et al. (2022) que recomenda que os animais de diferentes sistemas de produção tenham peso ao abate semelhante para comparação, pois reduz o confundimento de variáveis quando não há parâmetros semelhantes dos animais ao abate.

Os animais no campo nativo apresentaram um pior desempenho, um menor GMD e uma pior conversão alimentar. Com base nesses resultados de desempenho podemos ver uma potencialidade do confinamento em apresentar maior desempenho, melhor conversão, o que pode ser uma alternativa para os terminadores de cordeiros, mesmo quando não se trabalha com aptidão genética para a carne.

3.2 Características da carcaça e da carne

Na Tabela 5 se observa as variáveis de qualidade da carcaça e da carne dos cordeiros. Os sistemas de produção, apresentaram diferenças significativas ($P < 0.05$) para grande parte das variáveis analisadas. O confinamento, um sistema intensivo de terminação, resultou em maior RCF ($P < .0001$) e maior EGS ($P = 0.0281$). Notou-se também que a carne dos cordeiros a pasto tiveram a cor mais escura e a tonalidade amarelada. Animais alimentados com pasto fornecem carne mais escura do que animais alimentados com dieta à base de concentrado (Priolo et al., 2012). Este efeito é multifatorial, com fatores diretos ligados à dieta e a atividade física, e fatores indiretos (idade ao abate e teor de gordura intramuscular) (Prache et al., 2022). O esforço físico desloca as fibras musculares para um metabolismo mais oxidativo, com aumento no conteúdo de mioglobina (Hopkins e Nicholson, 1999).

Tabela 5. Características da carcaça e da carne de cordeiros da raça Crioula terminados em campo nativo e confinamento.

Variáveis	Campo Nativo	Confinamento	EPM	P value
Características Físicas da Carcaça				
Peso de Carcaça Fria (kg)	13.7	13.5	0.6371	0.8649
Rendimento de Carcaça Fria (%)	41.7 ^b	45.9 ^a	0.5980	<.0001
Longissimus				
pH	5.74	5.78	0.0379	0.4771
Espessura de Gordura Subcutânea (cm)	3.22 ^b	6.36 ^a	0.9287	0.0281
Lipídios (%)	8.65 ^a	5.42 ^b	0.8519	0.0149
Descritores de Cor				
Cor (L)	35.03 ^b	37.59 ^a	0.6588	0.0130
Cor (a)	16.43	16.21	0.3711	0.6886
Cor (b)	9.69 ^b	15.08 ^a	0.4183	<.0001

EPM: erro padrão da média.

3.3 Ácidos graxos

Os teores de ácidos graxos (AG) presentes na carne de cordeiros Crioula terminados em dois sistemas de produção estão apresentados na Tabela 6. Foram encontrados 34 ácidos graxos, dos quais treze eram ácidos graxos saturados, nove monoinsaturados e doze poliinsaturados.

A composição química da carne, bem como o perfil de ácidos graxos, são modificados por vários fatores. Dentre esses fatores, estão o sistema de alimentação, a composição das dietas, a relação volumoso:concentrado e o tipo de volumoso utilizado (Demirel et al., 2006; Nuernberg et al., 2008).

Os animais mantidos em campo nativo apresentaram uma maior concentração ($P < 0.05$) para docosanóico (C22) ($P < .0001$), cis-pentadecanóico (C15:1) ($P = 0.0093$), nervônico (C24:1) ($P < .0001$), linolênico (C18:3n-3) ($P < .0001$), eicosadienóico (C20:2) ($P < .0001$), CLA2 ($P = 0.0455$), n3 ($P = 0.0001$) e h:índice H ($P = 0.0118$).

Enquanto os terminados em confinamento apresentaram maior concentração ($P < 0.05$) para mirístico (C14) ($P = 0.0112$), palmítico (C16) ($P = 0.0024$), cis-heptadecanóico (C17:1) ($P = 0.0001$), docosahexaenóico (C22:6n-3) ($P = 0.0237$), para o teor total de SFAs ($P = 0.0002$), relação n6:n3 ($P = 0.0080$), índice de aterogenicidade ($P = 0.0029$) e índice de trombogenicidade ($P = 0.0143$).

Tabela 6. Relação de ácidos graxos presentes na carne de cordeiros raça Crioula terminados em campo nativo e confinamento.

Ácidos Graxos Saturados (SFAs)	Campo Nativo	Confinamento	EPM	P value
C:14	0.3742 ^b	1.7793 ^a	0.3510	0.0112
C:15	0.2174	0.2372	0.0500	0.7849
C:16	12.1745 ^b	19.0510 ^a	1.3794	0.0024
C:17	0.7504	0.8660	0.0964	0.4086
C:18	11.3757	12.1247	1.2023	0.6652
C:20	0.0000	0.0973	0.0463	0.1556
C:22	1.8880 ^a	0.0000 ^b	0.1494	<.0001
Ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs)				
C14:1	0.0187	0.2209	0.1514	0.3583
C15:1	0.5691 ^a	0.0149 ^b	0.1346	0.0093
C16:1	0.8419	1.2893	0.1555	0.0573
C17:1	0.2066 ^b	0.5566 ^a	0.0510	0.0001
C18:1n-9C	21.8770	29.7816	3.3066	0.1086
C18:1n-9T	0.2353	0.2308	0.0433	0.9417
C18:1n-11T	0.9651	0.7111	0.2130	0.4107
C20:1n-9	0.0764	0.0197	0.0223	0.0903
C24:1	0.6147 ^a	0.0000 ^b	0.0465	<.0001
Ácidos graxos poliinsaturados (PUFAs)				
C18:2n-6C	9.7112	7.6915	1.1092	0.2148
C18:2n-6T	0.0000	0.0580	0.0242	0.1088
C18:3n-3	2.5925 ^a	0.4487 ^b	0.2249	<.0001
C18:3n-6	0.0637	0.8585	0.4953	0.2720
C20:2	0.9703 ^a	0.0000 ^b	0.0676	<.0001
C20:3n3	0.3030	0.0000	0.1095	0.0664
C20:3n-6	0.4172	0.2146	0.0827	0.1007
C20:4n-6	3.9699	3.3293	0.7519	0.5549
C20:5n-3	0.1070	0.4654	0.1264	0.0606
C22:6n-3	0.0000 ^b	0.1850 ^a	0.0528	0.0237
CLA1	0.5659	0.5563	0.1112	0.9521
CLA2	0.1136 ^a	0.0000 ^b	0.0373	0.0455
SFAs	27.1819 ^b	42.9250 ^a	2.3909	0.0002
MUFAs	25.4050	32.8239	3.6112	0.1640
PUFAs	18.8143	13.8072	1.9813	0.0912
n3	3.0024 ^a	1.0991 ^b	0.2724	0.0001
n6	14.1621	12.1518	1.8953	0.4635
n6:n3	4.7765 ^b	10.6641 ^a	1.3933	0.0080
Índices de saúde				
Ácidos graxos desejáveis	55.5950	58.7587	4.1950	0.6008
Índice de aterogenicidade	0.3253 ^b	0.5770 ^a	0.0516	0.0029
Índice de trombogenicidade	0.8318 ^b	1.3687 ^a	0.1399	0.0143
h:índice H	3.0770 ^a	2.1563 ^b	0.2319	0.0118

Médias seguidas de letras diferentes na linha, dentro de cada variável medida, diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0.05$).

EPM: erro padrão da média.

Houve tendência de maior presença dos ácidos graxos cis-11-eicosenoico (C20:1n-9) (P = 0.0903), eicosatrienoico (C20:3n3) (P = 0.0664) e para o teor de PUFA's (P = 0.0912) no campo nativo e do palmitoleico (C16:1) (P = 0.0573) e eicosapentaenóico (C20:5n-3) (P = 0.0606) no confinamento.

Dos ácidos graxos saturados, French et al. (2003) relataram que o mais indesejável seria o ácido mirístico (C14:0), por ter efeito hipercolesterolêmico que aumenta os níveis de LDL (colesterol maléfico a saúde humana). O ácido palmítico (C16:0) foi citado como o de menor efeito hipercolesterolêmico e o ácido esteárico (C18:0) teria efeito nulo. No nosso estudo os três ácidos graxos citados foram encontrados em menores proporções na carne de cordeiros Crioula terminados em campo nativo do bioma Pampa.

Daley et al. (2010) realizaram uma revisão que abrangeu três décadas de pesquisa e concluíram que a carne de animais alimentados com pastagem apresenta um perfil lipídico mais desejável, quando comparado aos animais que se alimentavam com grãos. O que corrobora com nosso estudo, pois os PUFA's, especialmente PUFA n-3, ácido linoléico (C18:2n6C), ácidos linoléicos conjugados (CLAs), ácido linolênico (C18:3n3) e ácido araquidônico (C20:4n6), os quais em nosso estudo foram encontrados em maiores teores na carne de cordeiros provenientes de campo nativo, têm sido considerados benéficos para a saúde humana, ajudando a prevenir a incidência de distúrbios cardiovasculares e antiinflamatórios (Dilzer e Parker, 2012; Bezerra et al., 2016).

Santos-Silva et al. (2002) também concluíram que a gordura de cordeiros criados a pasto foi mais adequada que a proveniente de cordeiros alimentados com concentrado, pela maior quantidade de ácidos graxos poli-insaturados n-3, maior concentração de ácido linoleico conjugado e menor relação n-6:n-3, resultados semelhantes aos encontrados no nosso trabalho. De acordo com Díaz et al. (2002) o pasto contém alto nível de ácido linolênico, precursor da série de ácidos graxos n-3, enquanto que os concentrados em geral são ricos em ácido linoleico, precursor dos n-6.

4. Conclusão

Apesar do ganho de peso diário menor, da conversão alimentar pior, da deposição de gordura mais tardia e do rendimento de carcaça inferior, pode-se claramente distinguir a carne de animais da raça crioula produzida em campo nativo como mais saudável para saúde humana. Verifica-se que animais criados em campo nativo, quando comparados com a produção em confinamento, apresentam menos ácidos graxos saturados, mais n3, mais CLA2, menor relação n6:n3 e uma tendência de ter mais PUFAs. Essas são características benéficas para a saúde humana e podem ser usadas para agregar valor, auxiliando o produtor e a preservação do bioma Pampa.

Referências

AMSA - **American Meat Science Association**. Meat color measurement guidelines. Champaign, 124 p, 2012.

AOAC - **ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST**. Official methods of analysis. 15th ed. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemist, 1995.

AZAMBUJA RIBEIRO, E.L. de; GONZÁLEZ-GARCÍA, E. Indigenous sheep breeds in Brazil: potential role for contributing to the sustainability of production systems. **Tropical animal health and production**, 48, 1305-1313, 2016.

BARTHAM, G.T. **Experimental techniques: the HFRO sward stick**. In: ALCOCK, M. M. (ed.). Biennial report of the hill farming research organization. Midlothian: Hill Farming Research Organization, p. 29-30, 1985.

BEZERRA, L.S.; BARBOSA, A.M.; CARVALHO, G.G.P.; et al. Qualidade da carne de cordeiros alimentados com dietas com torta de amendoim. **Carne Sci**; 121:88-95, 2016.

BRASIL. **Ministry of Agriculture, Livestock and Supply**. Normative nº 03/00, of January 07, 2020. Technical Regulation of Stunning Methods for the Humane Slaughter of Butchery Animals, 2020.

CHRISTIE, W.W. **HPLC and GC-mass spectrometry in the analysis of fatty acids**. R.C. Cambie (Ed.), Fats for the Future, Ellis Horwood, Chichester, pp. 335-344, 1989.

DALEY, C.A. et al. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition journal**, London, v. 9, n. 1, p. 10, 2010.

DEMIREL, G.; OZPINAR, H.; NAZLI, B. et al. Fatty acids of lamb meat from two breeds fed different forage: concentrate ratio. **Meat Science**, Oxford, v. 72, n. 2, p. 229-235, 2006.

DEVINCENZI, T.; NABINGER, C.; CARDOSO, F.F.; NALÉRIO, É.S.; CARASSAI I.J.; FEDRIGO, J.K.; TAROUÇO, J.U.; CARDOSO, L.L. Carcass characteristics and meat quality of Aberdeen Angus steers finished on different pastures. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.41, n.4, p.1051-1059, 2012.

DÍAZ, M.T.; VELASCO, S.; CAÑEQUE, V. et al. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, v.43, p.257-268, 2002.

DILZER, A.; PARK, Y. Implicação do ácido linoléico conjugado (CLA) na saúde humana. **Crit Rev Food Sci Nutr** 2012; 52:488–513, 2012.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de diferentes métodos de amostragem sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 21, n. 4, p. 691-702, 1992.

FRENCH, P.; O'RIORDAN, E.G.; MONAHAN, F.J.; CAFFREY, P.J.; MOLONEY, A.P. Fatty acid composition of intra-muscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. **Livest. Prod. Sci.**, 81, pp. 307-317, 10.1016/S03016226(02)00253-1, 2003.

GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (apparates, reagents, procedures and some applications)**. Washington, DC: USDA/ Agricultural Research Service, 19 p. (Handbook number, 379), 1970.

HARA, A.; RADIN, N.S. **Lipid Extraction of Tissues with a Low-Toxicity Solvent Anal.** Biochem., 90, pp. 420-426., 1978.

HOPKINS, D.L.; NICHOLSON, A. Qualidade da carne de cordeiros pastados com erva-sal (*Atriplex nummularia*) mais suplementos ou luzerna (*Medicago sativa*) **Meat Science**, 51, pp. 91-95, 1999.

JABBAR, M.A.; DIEDHIOU, M.L. Does breed matter to cattle farmers and buyers? Evidence from West Africa. **Economical Economics**, Amsterdam, v.45, p.461-472, 2003.

KLINGLMANN, D.L.; MILES, S.R.; MOTT, G.O. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. **Journal of Society Agronomy**, Washington, DC, v. 35, n. 9, p. 739-746, 1943.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of produceres for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 57, n. 4, p. 347- 358, 1996.

NABINGER, C.; FERREIRA, E.T.; FREITAS, A.K.; CARVALHO, P.C.F.; SANT'ANNA, D.M. **Produção animal com base no campo nativo: aplicações de**

resultados de pesquisa. p. 175-198. In: PILLAR, Valério da Patta et al. Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade. Brasília: MMA. p.175-198, 2009.

NARDONE, A.; RONCHI, B.; LACETERA, N.; RANIERI, M.S.; BERNABBUCCI, U. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. **Livestock Science**, Amsterdam, v.130, p.57-69, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids.** 1. Ed. Washington, DC, USA: NAP, p.362, 2007.

NUERNBERG, K. et al. Meat quality and fatty acid composition of lipids in muscle and fatty tissue of Skudde lambs fed grass versus concentrate. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 74, n. 1-3, p.279-283, 2008.

OVERBEEK, W.; KROGER, M.; GERBER, J.F. **Um panorama das plantações industriais de árvores no Sul global.** Conflitos, tendências, e lutas de resistência. Relatório, EJOLT. N° 3, 108p., 2012.

PRACHE, S.; SCHREURS, N.; GUILLIER, L. Factors affecting sheep carcass and meat quality attributes. **Animal**, 16, 100330, 2022.

PRIOLO, A.; Micol, D.; AGABRIEL, J.; PRACHE, S.; DRANSFIELD, E. Efeito de sistemas de alimentação com capim ou concentrado na qualidade da carcaça e da carne de cordeiros. **Ciência da Carne**, 62, pp. 179-185, 2002.

RHEE, K.S. **Fatty acids in meats and meat products.** C.K. Chow (Ed.), Fatty Acids in Foods and Their Health Implications, Marcel Dekker, New York, pp. 65-93, 1992.

SANTOS-SILVA, J.; MENDES, I.A.; BESSA, R.J.B. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. I. Growth, carcass composition and meat quality. **Livestock Production Science**, v.76, p.17-25, 2002.

SAS - **STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS.** SAS 9.4 for windows. Cary: SAS, 2012.

THORNTON, P.K. Livestock production: recent trends, future prospects. **Biological Sciences**, London, v. 365, p.2853-2867, 2010.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.

ULBRICHT, T.L.V.; SOUTHGATE, D.A.T. **Review article - Coronary heart disease: seven dietary factors.** Lancet, 338, pp. 985-992, 1991.

VAN SOEST, P.J., et al. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal Dairy Science.** Champaign, v.74, n.10, p.3583-3597. 1991.

VAZ, C.M.S.L. **Morfologia e aptidão da ovelha crioula lanada**. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Embrapa Pecuária Sul. Documento 22. Novembro, páginas 5,6,7,8,13,14, 2000.

VAZ, C.M.S.L.; MUNIZ, E.N.; BRICARELLO, P.A.; CARVALHO, S.; GONÇALVES e GONÇALVES, I.; ECHEVARRIA, F.A.M. (d) Avaliação quanto à produção de carne e morfologia externa de cordeiros das raças Crioulas Lanada e Corriedale. In: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999, p.186. Publicado como artigo expandido em CD, 1999.

4 Considerações Finais

Quando comparada com uma raça especializada para carne ou até mesmo cruzada com uma raça carnicera em confinamento, a raça Crioula apresentou um acabamento mais precoce em termos de deposição de gordura. As características bioquímicas e físicas da carne Crioula foram semelhantes às da raça Texel e do cruzamento Crioula x Dorper. Porém, o cruzamento mostrou uma melhora nos parâmetros sensoriais, aumentando a maciez e suculência.

Em um sistema de campo nativo no Bioma Pampa, cordeiros Crioula e Texel apresentam características produtivas semelhantes, entretanto, a raça Crioula destacou-se em relação a qualidade da carcaça e da carne, apresentando a mesma uma carcaça mais precoce.

Os cordeiros Crioula em campo nativo apresentam desempenho produtivo inferior ao confinamento, entretanto a sua carne pode ser caracterizada como uma carne mais saudável pois, os mesmos apresentam menos ácidos graxos saturados, mais n3, mais CLA2, menor relação n6:n3 e uma tendência de ter mais PUFAs, características benéficas para a saúde humana

Por fim, os resultados gerados nesta tese permitirão a melhoria da produção de raças autóctones em sistemas intensivos e extensivos, principalmente em regiões subtropicais. Espera-se que este trabalho tenha um grande impacto na conservação da raça ovina Crioula, promovendo um grande incentivo para a produção sustentável da ovinocultura.

REFERÊNCIAS

- AITA, M. F. **Efeitos do temperamento sobre o comportamento materno de ovelhas e o desenvolvimento corporal de seus cordeiros**. 2010. 184 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- ALCALDE, M. J. **Producción de carne in la raza Merina: crecimiento y calidad de la canal**. 1990. 192 f. Tesis (Grado) – Facultad de Veterinária, Universidade de Zaragoza, Zaragoza, 1990.
- ALVES, L. G. C. *et al.* Produção de carne ovina com foco no consumidor. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 2399-2415, 2014.
- AMARAL, R. M. *et al.* Deposição tecidual em cordeiros Santa Inês, ½ Dorper-Santa Inês e ½ White Dorper-Santa Inês avaliados por ultrassonografia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 3, p. 658-669, 2011.
- BADEE, G.; HIDAKA, S. Growth performance, carcass characteristics, fatty acid composition and CLA concentrations of lambs fed diets supplemented with different oil sources. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 2, p. 118-26, 2014.
- BARROS, N. N. *et al.* Eficiência bioeconômica de cordeiros F1 Dorper x Santa Inês para produção de carne. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, p. 825-831, 2005.
- BIANCHI, G.; CARVALHO, S.; RIVERO, J. Avaliação da progênie de ovelhas Merino Australiano cruzadas com carneiro Dorper ou Southdown. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 68, n. 1, p. 164-172, 2016.
- BUENO, S. M. *et al.* Características de carcaças de cordeiros Suffolk abatidos em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 1803-1810, 2000.
- BURNS, J. C.; PONDS, K. R.; FISHER, D. S. Measurement of forage intake. *In*: FAHEY, G. C. Jr. (ed.) **Foray quality, evaluation, and utilization**. Lincoln: American Society of Agronomy, University of Nebraska, 1994. p. 494-532.
- BUTTERFIELD, R. M. **News concepts of sheep growth**. Sydney: Sydney University Press, 1988. 168 p.
- CARÁMBULA, M. **Pasturas naturales mejoradas**. Montevideo: Hemisfério Sur, 1997.
- CARNEIRO, P. L. S. *et al.* Desenvolvimento ponderal e diversidade fenotípica entre cruzamentos de ovinos Dorper com raças locais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 7, p. 991-998, 2007.

CARNEVALLI, R. A. *et al.* Desempenho de ovinos e respostas das pastagens de Tifton – 85 (*Cynodon* spp.) sob lotação contínua. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 7-15, 2001.

CARVALHO, S. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de cordeiros machos inteiros, machos castrados e fêmeas alimentadas em confinamento**. 1998. 100 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.

CASTRO, F. A. B. *et al.* Desempenho de cordeiros Santa Inês do nascimento ao desmame filhos de ovelhas alimentadas com diferentes níveis de energia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 3379-3388, 2012. Supl. 2.

COELHO FILHO, R. C.; QUADROS, F. L. F. Produção animal em misturas forrageiras de estação fria sobressemeadas em pastagem natural. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 250-256, 1995.

CONRAD, H. R.; PRATT, A. D.; HIBBS, J. W. Regulation of feed intake in dairy cows.1. Changes in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 42, n. 1, p. 54-62, 1964.

CSIRO - COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION. **Nutrient requirements of domesticated ruminants**. Melbourne: CSIRO, 2007.

FERREIRA, E. M. *et al.* Growth, feed intake, carcass characteristics, and meat fatty acid profile of lambs fed soybean oil partially replaced by fish oil blend. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 187, p. 9-18, 2014.

FONTOURA JÚNIOR, J. A. S. Produção animal em pastagem nativa submetida ao controle de plantas indesejáveis e a intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 1, p. 247-252, 2007.

FORBES, S. H. *et al.* Microsatellite evolution in congeneric mammals: domestic and bighorn sheep. **Molecular Biology and Evolution**, New York, v. 12, n. 6, p. 1106-1113, 1995.

FORREST, P. D. *et al.* **Fundamentos de ciência de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1979. 364 p.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1999. 307 p.

FRESCURA, R. B. M. *et al.* Avaliação das proporções dos cortes da carcaça, características da carne e avaliação dos componentes do peso vivo de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 167-174, 2005.

FURUSHO, I. F. **Efeito da utilização da casca de café, in natura e tratada com uréia, sobre o desempenho e características de carcaça de cordeiros terminados em confinamento.** 1995. 72 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração de Nutrição de Ruminantes) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

GARCIA, I. F. F. *et al.* Desempenho de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês puros, terminados em confinamento, alimentados com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 564-572, 2000.

GODBER, J. M. Nutritional value of muscle food. *In*: KINSMAN, D. M.; KOTULA, A. W.; BREINDESTEIN, B. C. **Muscle foods**. New York: Champman & Hall, 1994. 568 p.

GOMES, L. H. **Produtividade de um campo nativo melhorado submetido a adubação nitrogenada.** 2000. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

GUERREIRO, J. L. V. Programa de melhoramento para ovinos de raças mistas (lã + carne). *In*: SIMPÓSIO PAULISTA DE OVINOCULTURA, 1., 1988, Botucatu. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 80-96.

HARESIGN, W. **Producción ovina.** México: AGT Editor, 1989. 592 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário.** Rio de Janeiro: IBGE, 2017. v. 7, 108 p.

JARDIM, R. D. *et al.* Composição tecidual e química da paleta e da perna em ovinos da raça Corriedale. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 2, p. 231-236, abr./jun. 2007.

JERÓNIMO, E. *et al.* Effect of sodium bentonite and vegetable oil blend supplementation on growth, carcass quality and intramuscular fatty acid composition of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 158, n. 3/4, p. 136-145, 2010.

KORITIAKI, N. A. **Fatores ambientais que afetam o desempenho ponderal e medidas corporais de cordeiros de diferentes grupos genéticos.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

LEE, J. H. *et al.* Nutritional and quality characteristics of meat from goats and lambs finished under identical dietary regime. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 74, n. 1/3, p. 255-259, 2008.

- LOPES, M. A.; MAGALHÃES, G. P. Análise da rentabilidade da terminação de bovinos de corte em condições de confinamento: um estudo de caso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 3, p. 374-379, 2005.
- MARTÍNEZ-CEREZO, S.; SAÑUDO, C.; PANEA, B. Breed, slaughter weight and ageing time effects on consumer appraisal of three muscles of lamb. **Meat Science**, Oxford, v. 69, p. 795-805, 2005.
- MERTENS, D. R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. *In*: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGES INDUSTRIES, 1996, Wisconsin. **Proceedings of the [...]**. Wisconsin: Dairy Forage Research Center, 1996. p. 81-92.
- MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. *In*: FAREY JUNIOR, G. C. (ed.) **Forage quality evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy/Crop Science Society of American/Soil Science Society of American, 1994. p. 450-493.
- MONTOSSI, F. *et al.* Sustainable sheep production and consumer preference trends: Compatibilities, contradictions, and unresolved dilemmas. **Meat Science**, Oxford, v. 95, p. 772-789, 2013.
- MOOJEN, E. L.; MARASCHIN, G. E. Potencial produtivo de uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul submetida a níveis de oferta de forragem. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 127-132, 2002.
- MUNIZ, L. C. *et al.* Accumulated behavioral risk factors for cardiovascular disease in southern Brazil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 46, n. 3, p. 534-542, 2012.
- NIEDZIÓŁKA, R.; PIENIAK-LENDZION, K. Chemical composition of meat (m. adductor) and fatty acids Intramuscular fat of goat kids and ram lambs. **Slovak Journal of Animal Science**, Lužianky, v. 39, n. 4, p. 197–200, 2006.
- OSÓRIO, J. C.; OSÓRIO, M. T. **Produção de carne ovina: in vivo e na carcaça**. Pelotas: Ed. UFPel, 2003. 73 p.
- PACHECO, A.; QUIRINO, C. R. Estudo das características de crescimento em ovinos. **Pubvet**, Londrina, v. 2, n. 29, p. 1982-1263, 2008.
- PANEA, B. *et al.* Diversification of feeding systems for light lambs: sensory characteristics and chemical composition of meat. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v. 9, n. 1, p. 74-85, 2011.
- PAULA, E. F. E. *et al.* Comportamento ingestivo de ovinos em pastagens: uma revisão. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha (MA), v. 4, n. 1, p. 42-51, 2009.

PELEGRINI, L. F. V. *et al.* Meat fatty acid profile of culling ewes from two genetic groups submitted to two management systems. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1786-1790, 2007.

PIAGGIO, L. Suplementación de la recría y engorde de ovinos sobre campo natural. *In*: INIA. **Seminario de actualización técnica: producción de carne ovina de calidad**. Montevideo: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Treinta y Tres, 2013. (Actividades de Difusión, no. 719). p. 41-53.

PILAR, R. C. *et al.* **Considerações sobre produção de cordeiros**. Lavras: UFLA, 2002. 24 p. (Boletim Técnico Agropecuário, 53).

PILAR, R. C.; PÉREZ, J. R. O.; SANTOS, C. L. Manejo reprodutivo da ovelha: recomendação para uma parição a cada oito meses. **Boletim Agropecuário**, Lavras, v. 50, p. 1-28, 2002.

PINHEIRO, J. H. T. **Parâmetros reprodutivos de ovelhas da raça Santa Inês criadas no sertão do Ceará**. 2004. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Veterinária, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2004.

PIRES, C. C. *et al.* Cria e terminação de cordeiros confinados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 5, p. 1-7, 2000.

REIS, W. *et al.* Características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo grãos de milho conservados em diferentes formas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 1308-1315, 2001.

RIBEIRO, J. G. B. L.; MEDEIROS, J. X. Arranjos organizacionais na cadeia produtiva da carne ovina: um estudo de caso no Distrito Federal. **Cadernos do CEAM**, [Brasília, DF], v. 6, p. 107-162, 2006.

RIBEIRO, T. M. D. *et al.* Desempenho animal e características das carcaças de cordeiros em quatro sistemas de produção. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, p. 366-378, 2009.

ROSA, A. N. **Variabilidade fenotípica e genética do peso adulto e da produtividade acumulada de matrizes em rebanhos de seleção da raça Nelore no Brasil**. 1999. 114 f. Dissertação (Doutorado) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1999.

ROSA, G. T.; PIRES, C. C.; SILVA, J. H. S. Crescimento de osso, músculo e gordura dos cortes da carcaça de cordeiros e cordeiras em diferentes métodos de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 6, p. 2283-2289, 2002.

ROSANOVA, C.; SILVA SOBRINHO, A. G.; GONZAGA NETO, S. A raça Dorper e sua caracterização produtiva e reprodutiva. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 11, n. 1, p. 127-135, 2005.

SAINZ, R. D. Qualidade das carcaças e da carne ovina e caprina. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 33., 1996, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p. 3-19.

SAÑUDO, C. *et al.* Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, Oxford, v. 54, n. 4, p. 339-346, 2000.

SCOLLAN, N. D. *et al.* Improving the quality of products from grassland. *In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS*, 20., 2005, Dublin. **Proceedings of the [...]**. Wageningen: Wageningen Academic, 2005. p. 41-56.

SELAIVE-VILLARROEL, A. B.; OSÓRIO, J. C. S. **Sheep production in Brazil**. São Paulo: Roca, 2014.

SEN, A. R.; SANTRA, A.; KARIM, S. A. Carcass yield, composition and meat quality attributes of sheep and goat under semiarid conditions. **Meat Science**, Oxford, v. 66, p. 757-763, 2004.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2001. 301 p.

SILVA SOBRINHO, A. G. *et al.* Efeitos da relação volumoso: concentrado e do peso ao abate sobre os componentes da perna de cordeiros Ile de France x Ideal confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 1017-1023, 2002.

SILVA, A. V. R. *et al.* Pesos econômicos para características de produção em ovinos no DF. **Cadernos do CEAM**, Brasília, DF, v. 25, p. 61-82, 2006.

SILVA, M. M. C. *et al.* Efeito da suplementação de lipídios sobre a digestibilidade e os parâmetros da fermentação ruminal em cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36. p. 246–256, 2007.

SILVA, N. V. S. *et al.* Características de carcaça e carne ovina: uma abordagem das variáveis metodológicas e fatores de influência. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 2, n. 4, p. 103-110, 2008.

SINCLAIR, A. J.; SLATTERY, W. J.; O'DEA, K. The analysis of polyunsaturated fatty acid in meat by capillary gas-liquid chromatography. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, New York, v. 33, n. 8, p. 771-776, 1982.

SIQUEIRA, E. R.; AMARANTE, A. F. T.; FERNANDES, S. Estudo comparativo da recria de cordeiros em confinamento e pastagens. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 5, p. 17-28, 1993.

SOUZA, D. A. **Quer saber detalhes sobre a terminação de cordeiros em confinamento**. [S. l.]: Farmpoint, 2011. Disponível em:

<http://www.farmpoint.com.br/sobre-o-site/novas-do-site/quer-saber-detalhes-sobre-a-terminacao-de-cordeiros-em-confinamento-70093n.aspx>. Acesso em: 7 mar. 2024.

SOUZA, J. E. R. *et al.* Influência dos fatores de ambiente no desempenho ponderal de bovinos da raça Nelore no Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 34, n. 2, p. 133-138, 2003.

SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos: estrutura, classificação, nutrição e saúde. **Arquivos da Associação Paranaense para o Desenvolvimento do Ensino da Ciência**, Maringá, v. 2, n. 2, p. 102-107, 1998.

TAHIR, M. A.; AL-JASSIM, A. F.; ABDULLA, A. H. H. Influence of live weight and castration on distribution of meat, fat and bone in the carcass of goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 14, p. 219-223, 1994.

THIAGO, L. R. S.; GILL, M. Consumo voluntário de forragens por ruminantes: mecanismo físico ou fisiológico. *In*: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 7., 1990, Campinas. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1990. p. 77-107.

TRINDADE, J. P. T.; ROCHA, D. S.; VOLK L. B. S. **Uso da terra no Rio Grande do Sul**: ano de 2017. Bagé: Embrapa, 2017. 18 p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd ed. London: Cornell University, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P. J.; MERTENS, D. R. The use of neutral detergent fiber versus acid detergent fiber in balancing dairy rations. *In*: TECHNICAL SYMPOSIUM – FRESNO, 1984. **Proceedings** [...]. [S. l.]: Fresno Monsanto. Nutrition Chemicals Division, 1984. p. 75-92.

VAZ, C. M. S. L. *et al.* Avaliação quanto à produção de carne e morfologia externa de cordeiros das raças Crioulas Lanada e Corriedale. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais**. Viçosa, MG: SBZ, 1999. p.186.

VAZ, C. M. S. L. **Morfologia e aptidão da ovelha crioula lanada**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2000. 20 p. (Embrapa Pecuária Sul, Documentos, 22).

VILLELA, L. C. V. Ovinos de corte - Texel. *In*: Embrapa. **Ovinos de corte**. [S. l.]: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/ovinos-de-corte/pre-producao/caracteristicas/racas/comerciais/texel>. Acesso em: 22 dez. 2022.

WILLIAMS, P. G. Nutritional composition of red meat. **Nutrition & Dietetics**, Deakin, v. 64, p. 113-119, 2007. Supl. 4.

YÁNEZ, E. A. *et al.* Restrição alimentar em caprinos: rendimento, cortes comerciais e composição da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 5, p. 2093-2100, 2006.

ZUNDT, M. *et al.* Desempenho e características de carcaça de cordeiros Santa Inês confinados, filhos de ovelhas submetidas a suplementação alimentar durante a gestação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 928-935, 2006.

ANEXOS

Anexo A – Normas da revista *Animal Feed Science and Technology* utilizada para a preparação do capítulo II

Introduction

Types of article

1. Original Research Papers (Regular Papers)
2. Review Articles
3. Short Communications
4. Book Reviews

Original Research Papers should report the results of original research. The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form.

Review Articles should cover subjects falling within the scope of the journal which are of active current interest.

A *Short Communication* is a concise but complete description of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Short Communications should be as completely documented, both by reference to the literature and description of the experimental procedures employed, as a regular paper. They should not occupy more than six printed pages (about 12 manuscript pages, including figures, tables and references).

Book Reviews will be included in the journal on a range of relevant books which are not more than two years old. Book reviews will be solicited by the Book Review Editor. Unsolicited reviews will not usually be accepted, but suggestions for appropriate books for review may be sent to the Book Review Editor:

Professor G. Flachowsky
Federal Research Centre of Agriculture
Institute of Animal Nutrition
Bundesallee 50
D-38116 Braunschweig
Germany

Manuscripts describing the use of commercial feed products are welcome, but should include the following information: major components, contents of active ingredients (for example enzyme activities). Independent verification, as opposed to a manufacturers guarantee, is always desirable and often avoids difficulties in the review process, especially where there are no, or few, treatment impacts. The Editors reserve the right to reject any manuscript employing such products, wherein this information is not disclosed.

Submissions concerning feedstuff composition are welcome when published and/or accepted analytical procedures have been employed. However, unusual feedstuffs and/or a wide range of data are pre-requisites.

Submissions concerning NIRS may be suitable when more accurate, precise or robust equations are presented. Mathematical, technical and statistical advancement, may constitute the foundation for acceptance. For more details see the editorial in Vol. 118/3-4.

Contact details for submission

For queries concerning the submission process or journal procedures please visit the [Elsevier Support Center](#). Authors can determine the status of their manuscript within the review procedure using Elsevier Editorial System.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print

Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)

Supplemental files (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our [Support Center](#).

Before you begin

Ethics in publishing

Please see our information on [Ethics in publishing](#).

Studies in humans and animals

If the work involves the use of human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with [The Code of Ethics of the World Medical Association](#) (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans. The manuscript should be in line with the [Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals](#) and aim for the inclusion of representative human populations (sex, age and ethnicity) as per those recommendations. The terms [sex and gender](#) should be used correctly.

The author should ensure that the manuscript contains a statement that all procedures were performed in compliance with relevant laws and institutional guidelines and have been approved by the appropriate institutional committee(s). This statement should contain the date and reference number of the ethical approval(s) obtained. Authors should also include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed.

The journal will not accept manuscripts that contain data derived from unethically sourced organs or tissue, including from executed prisoners or prisoners of conscience, consistent with recommendations by [Global Rights Compliance on Mitigating Human Rights Risks in Transplantation Medicine](#). For all studies that use human organs or tissues authors must provide sufficient evidence that they were procured in line with [WHO Guiding Principles on Human Cell, Tissue and Organ Transplantation](#). The source of the organs or tissues used in clinical research must be transparent and traceable. Authors of manuscripts describing organ transplantation must additionally declare within the manuscript:

1. that autonomous consent free from coercion was obtained from the donor(s) or their next of kin; and
2. that organs/tissues were not sourced from executed prisoners or prisoners of conscience.

All animal experiments should comply with the [ARRIVE guidelines](#) and should be carried out in accordance with the U.K. Animals (Scientific Procedures) Act, 1986 and associated guidelines, [EU Directive 2010/63/EU for animal experiments](#), or the National Research Council's [Guide for the Care and Use of Laboratory Animals](#) and the authors should clearly indicate in the manuscript that such guidelines have been followed. The sex of animals must be indicated, and where appropriate, the influence (or association) of sex on the results of the study.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double anonymized) or the manuscript file (if single anonymized). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. 2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches. [More information](#).

Declaration of generative AI in scientific writing

The below guidance only refers to the writing process, and not to the use of AI tools to analyse and draw insights from data as part of the research process.

Where authors use generative artificial intelligence (AI) and AI-assisted technologies in the writing process, authors should only use these technologies to improve readability and language. Applying the technology should be done with human oversight and control, and authors should carefully review and edit the result, as AI can generate authoritative-sounding output that can be incorrect, incomplete or biased. AI and AI-assisted technologies should not be listed as an author or co-author, or be cited as an author. Authorship implies responsibilities and tasks that can only be attributed to and performed by humans, as outlined in Elsevier's [AI policy for authors](#).

Authors should disclose in their manuscript the use of AI and AI-assisted technologies in the writing process by following the instructions below. A statement will appear in the published work. Please note that authors are ultimately responsible and accountable for the contents of the work.

Disclosure instructions

Authors must disclose the use of generative AI and AI-assisted technologies in the writing process by adding a statement at the end of their manuscript in the core manuscript file, before the References list. The statement should be placed in a new section entitled 'Declaration of Generative AI and AI-assisted technologies in the writing process'.

Statement: During the preparation of this work the author(s) used [NAME TOOL / SERVICE] in order to [REASON]. After using this tool/service, the author(s) reviewed and edited the content as needed and take(s) full responsibility for the content of the publication.

This declaration does not apply to the use of basic tools for checking grammar, spelling, references etc. If there is nothing to disclose, there is no need to add a statement.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see ['Multiple, redundant or concurrent publication'](#) for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify compliance, your article may be checked by [Crossref Similarity Check](#) and other originality or duplicate checking software.

Preprints

Please note that preprints can be shared anywhere at any time, in line with Elsevier's [sharing policy](#). Sharing your preprints e.g. on a preprint server will not count as prior publication (see ['Multiple, redundant or concurrent publication'](#) for more information).

Preprint posting on SSRN

In support of [Open Science](#), this journal offers its authors a free preprint posting service. Preprints provide early registration and dissemination of your research, which facilitates early citations and collaboration.

During submission to Editorial Manager, you can choose to release your manuscript publicly as a preprint on the preprint server [SSRN](#) once it enters peer-review with the journal. Your choice will have no effect on the editorial process or outcome with the journal. Please note that the corresponding author is expected to seek approval from all co-authors before agreeing to release the manuscript publicly on SSRN.

You will be notified via email when your preprint is posted online and a Digital Object Identifier (DOI) is assigned. Your preprint will remain globally available free to read whether the journal accepts or rejects your manuscript.

For more information about posting to [SSRN](#), please consult the [SSRN Terms of Use](#) and [FAQs](#).

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Content should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader; contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition; and use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, stereotypes, slang, reference to dominant culture and/or cultural assumptions. We advise to seek gender neutrality by using plural nouns ("clinicians, patients/clients") as default/wherever possible to avoid using "he, she," or "he/she." We recommend avoiding the use of descriptors that refer to personal attributes such as age, gender, race, ethnicity, culture,

sexual orientation, disability or health condition unless they are relevant and valid. When coding terminology is used, we recommend to avoid offensive or exclusionary terms such as "master", "slave", "blacklist" and "whitelist". We suggest using alternatives that are more appropriate and (self-) explanatory such as "primary", "secondary", "blocklist" and "allowlist". These guidelines are meant as a point of reference to help identify appropriate language but are by no means exhaustive or definitive.

Reporting sex- and gender-based analyses

Reporting guidance

For research involving or pertaining to humans, animals or eukaryotic cells, investigators should integrate sex and gender-based analyses (SGBA) into their research design according to funder/sponsor requirements and best practices within a field. Authors should address the sex and/or gender dimensions of their research in their article. In cases where they cannot, they should discuss this as a limitation to their research's generalizability. Importantly, authors should explicitly state what definitions of sex and/or gender they are applying to enhance the precision, rigor and reproducibility of their research and to avoid ambiguity or conflation of terms and the constructs to which they refer (see Definitions section below). Authors can refer to the [Sex and Gender Equity in Research \(SAGER\) guidelines](#) and the [SAGER guidelines checklist](#). These offer systematic approaches to the use and editorial review of sex and gender information in study design, data analysis, outcome reporting and research interpretation - however, please note there is no single, universally agreed-upon set of guidelines for defining sex and gender.

Definitions

Sex generally refers to a set of biological attributes that are associated with physical and physiological features (e.g., chromosomal genotype, hormonal levels, internal and external anatomy). A binary sex categorization (male/female) is usually designated at birth ("sex assigned at birth"), most often based solely on the visible external anatomy of a newborn. Gender generally refers to socially constructed roles, behaviors, and identities of women, men and gender-diverse people that occur in a historical and cultural context and may vary across societies and over time. Gender influences how people view themselves and each other, how they behave and interact and how power is distributed in society. Sex and gender are often incorrectly portrayed as binary (female/male or woman/man) and unchanging whereas these constructs actually exist along a spectrum and include additional sex categorizations and gender identities such as people who are intersex/have differences of sex development (DSD) or identify as non-binary. Moreover, the terms "sex" and "gender" can be ambiguous—thus it is important for authors to define the manner in which they are used. In addition to this definition guidance and the SAGER guidelines, the [resources on this page](#) offer further insight around sex and gender in research studies.

Author contributions

For transparency, we require corresponding authors to provide co-author contributions to the manuscript using the relevant CRediT roles. The [CRediT taxonomy](#) includes 14 different roles describing each contributor's specific contribution to the scholarly output.

The roles are: Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Funding acquisition; Investigation; Methodology; Project administration; Resources; Software; Supervision; Validation; Visualization; Roles/Writing - original draft; and Writing - review & editing. Note that not all roles may apply to every manuscript, and authors may have contributed through multiple roles. [More details and an example.](#)

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Article transfer service

This journal uses the Elsevier Article Transfer Service to find the best home for your manuscript. This means that if an editor feels your manuscript is more suitable for an alternative journal, you might be asked to consider transferring the manuscript to such a journal. The recommendation might be provided by a Journal Editor, a dedicated [Scientific Managing Editor](#), a tool assisted recommendation, or a combination. If you agree, your manuscript will be transferred, though you will have the opportunity to make changes to the manuscript before the submission is complete. Please note that your manuscript will be independently reviewed by the new journal. [More information.](#)

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information](#) on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. [Permission](#) of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has [preprinted forms](#) for use by authors in these cases.

For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'License Agreement' ([more information](#)). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of [user license](#).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information](#).

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can [share your research](#) published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement, it is recommended to state this.

Open access

Please visit our [Open Access page](#) for more information about open access publishing in this journal.

Elsevier Researcher Academy

[Researcher Academy](#) is a free e-learning platform designed to support early and mid-career researchers throughout their research journey. The "Learn" environment at Researcher Academy offers several interactive modules, webinars, downloadable guides and resources to guide you through the process of writing for research and going through peer review. Feel free to use these free resources to improve your submission and navigate the publication process with ease.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the [Language Editing service](#) available from Elsevier's Language Services.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Poorly written and/or presented manuscripts (relative to the journal's guidelines) may be returned to authors for upgrading by the editorial office, prior to a review for scientific merit.

Before preparing their manuscript, it is suggested that authors examine the editorial by the Editors-in-Chief in [Vol. 134/3-4](#), which outlines several practices and strategies of

manuscript preparation that the Editors-in-Chief have found to be successful. This editorial also outlines practices that can lead to difficulties with reviewers and/or rejection of the manuscript for publication. There is also an example of an Animal Feed Science and Technology manuscript available on the journal website at <https://www.elsevier.com/locate/anifeedsci>.

Submit your article

Please submit your article via <https://www.editorialmanager.com/anifee/default.aspx>.

Suggesting reviewers

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential reviewers.

You should not suggest reviewers who are colleagues, or who have co-authored or collaborated with you during the last three years. Editors do not invite reviewers who have potential competing interests with the authors. Further, in order to provide a broad and balanced assessment of the work, and ensure scientific rigor, please suggest diverse candidate reviewers who are located in different countries/regions from the author group. Also consider other diversity attributes e.g. gender, race and ethnicity, career stage, etc. Finally, you should not include existing members of the journal's editorial team, of whom the journal are already aware.

Note: the editor decides whether or not to invite your suggested reviewers.

Preparation

Queries

For questions about the editorial process (including the status of manuscripts under review) or for technical support on submissions, please visit our [Support Center](#).

Peer review

This journal operates a single anonymized review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. Editors are not involved in decisions about papers which they have written themselves or have been written by family members or colleagues or which relate to products or services in which the editor has an interest. Any such submission is subject to all of the journal's usual procedures, with peer review handled independently of the relevant editor and their research groups. [More information on types of peer review](#).

Use past tense for current findings, and the present tense for "truths" and hypotheses.

Article Structure

Manuscripts should have **numbered lines**, with wide margins and **double spacing** throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. **Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc., should be numbered**

continuously. However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary, one may refer to sections. Avoid excessive usage of italics to emphasize part of the text.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

If reference is made to AOAC, ISO or similar analytical procedure(s), the specific procedure identification number(s) must be cited. A number of references for neutral and acid detergent fibre (NDF, ADF) assays exist, and an alternative reference to the now out-of-print USDA Agriculture Handbook 379 must be used. There are many options for NDF and ADF assays (e.g. sodium sulfite, alpha amylase, residual ash), which must be specified in the text. For more details see the editorial in Vol. 118/3-4.

The following definitions should be used, as appropriate:

- a. aNDFom-NDF assayed with a heat stable amylase and expressed exclusive of residual ash.
- b. NDFom-NDF not assayed with a heat stable amylase and expressed exclusive of residual ash.
- c. aNDF-NDF assayed with a heat stable amylase and expressed inclusive of residual ash.
- d. NDF-NDF assayed without a heat stable amylase and expressed inclusive of residual ash.
- e. ADFom-ADF expressed exclusive of residual ash.
- f. ADF-ADF expressed inclusive of residual ash.
- g. Lignin (sa)-Lignin determined by solubilization of cellulose with sulphuric acid.
- h. Lignin (pm)-Lignin determined by oxidation of lignin with permanganate.

While expressions of NDF and ADF inclusive of residual ash will continue to be acceptable (i.e., the terms aNDF, NDF and ADF above), the Editors-in-Chief highly recommend reporting all fibre values, including digestibilities, on an OM basis. Silica is partially soluble in ND, is quantitatively recovered in AD, and so may contribute to the 'fibre' values and to subsequent digestibility coefficients.

Reporting 'hemicellulose' values as the difference between NDF and ADF is generally only acceptable if the analyses have been sequential on the same sample. Crude fibre (CF), nitrogen-free extract (NFE) and total digestible nutrients (TDN) are not acceptable terms for describing feeds and should only be referred to in a historical context.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. Avoid extensive citations and discussion of published literature. Combined 'Results and Discussion' sections are only acceptable for 'Short Communications', except under compelling circumstances.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal as they help increase the discoverability of your article via search engines. They consist of a short collection of bullet points that capture the novel results of your research as well as new methods that were used during the study (if any). Please have a look at the [example Highlights](#).

Highlights should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point).

Abstract

The abstract should be clear, descriptive and not longer than 400 words. It should contain the following specific information: purpose of study; experimental treatments

used; results obtained, preferably with quantitative data; significance of findings; conclusions; implications of results if appropriate.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view [Example Graphical Abstracts](#) on our information site.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, it is recommended to include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Nomenclature and units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI. You are urged to consult [IUB: Biochemical Nomenclature and Related Documents](#) for further information.

Authors and Editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the *International Code of Botanical Nomenclature*, the *International Code of Nomenclature of Bacteria*, and the *International Code of Zoological Nomenclature*. All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.

SI or SI-derived units should be used throughout (e.g. MJ and not Kcal for energy concentrations). Concentrations should be expressed on a 'per kg' basis (w/w); however, w/v, v/v, mol/mol or M may be accepted depending on the circumstances. In addition, 'units' and 'equivalents' are acceptable. Normality should be avoided, as it may be ambiguous for certain acids. If analytical standards have been used, they should be specified by name (e.g. yeast RNA) and form (e.g. lactose monohydrate). Percents should only be used when describing a relative increase or decrease in a response. Proportions should be maximum 1.0 or ≤ 1.0 . For more details see the editorial in Vol. 118/3-4.

Percent is *only* used to indicate relative changes. For composition, both w/w (often solids composition g/kg) and w/v (e.g. g/L), v/v (e.g. mL), mol/mol or M can be accepted depending on the circumstances. Specify units (e.g. g/L) and never as percent.

Digestibility/metabolisability and degradability should always be expressed as a coefficient (not %), and the content of, for example, the digestible component should be expressed as g/kg: thus, the coefficient of digestibility of dry matter is 0.8, while the content of digestible dry matter is 800g/kg. A distinction between true and apparent digestibility should be made, as well as between faecal and ileal (e.g. coefficient of total tract apparent digestibility - CTTAD). The terms 'availability' and 'bioavailability' should be avoided without definition in context.

In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g. Ca^{2+} , not as Ca^{++} . Isotope numbers should precede the symbols e.g. ^{18}O . The repeated use of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full. Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g. phosphate as P_2O_5).

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be

presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

If differences between treatments are statistically significant, this should be indicated by adding the actual 'P' value obtained. If $0.10 > P > 0.05$, then differences can be considered to suggest a trend, or tendency, to a difference, but the actual 'P' value should be stated. Further information on this issue can be found in *Animal Feed Science and Technology* Vol. 129/1-2.

Spaces should be used between all values and units, except for the following: Between the value and degrees or percent. In equations around * and /. In probability expressions ($P < 0.05$). When probability values are given, the 'P' should be a capital letter.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.
- Ensure that color images are accessible to all, including those with impaired color vision.

A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

All data in figures should have a measure of variation either on the plot (e.g., error bars), in the figure legend itself, or by reference to a table with measures of variation in the figure legend.

Explanations should be given in the figure legend(s). Drawn text in the figures should be kept to a minimum.

If a scale is given, use bar scales (instead of numerical scales) that must be changed with reduction.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. [Further information on the preparation of electronic artwork.](#)

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

All publications cited in the text should be presented in a list of references following the text of the manuscript. The manuscript should be carefully checked to ensure that the spelling of authors' names and dates are exactly the same in the text as in the reference list. The accuracy of the references is the responsibility of the author(s).

References published in other than the English language should be avoided, but are acceptable if they include an English language 'Abstract' and the number of non-English language references cited are reasonable (in the view of the handling Editor) relative to the total number of references cited.

In the text refer to the author's name (without initial) and year of publication, followed - if necessary - by a short reference to appropriate pages. Examples: "Since Peterson (1988) has shown that...". "This is in agreement with results obtained later (Kramer, 1989, pp. 12-16)".

If reference is made in the text to a publication written by more than two authors, the name of the first author should be used followed by "et al.". This indication, however, should never be used in the list of references. In this list names of first author and co-authors should be mentioned.

References cited together in the text should be arranged chronologically. The list of references should be arranged alphabetically on authors' names, and chronologically per author. If an author's name in the list is also mentioned with co-authors the following order should be used: publications of the single author, arranged according to publication dates - publications of the same author with one co-author - publications of the author with more than one co-author. Publications by the same author(s) in the same year should be listed as 2001a, 2001b, etc.

Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, Crossref and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is highly encouraged.

A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). A seismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/2001JB000884>. Please note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

Preprint references

Where a preprint has subsequently become available as a peer-reviewed publication, the formal publication should be used as the reference. If there are preprints that are central to your work or that cover crucial developments in the topic, but are not yet formally published, these may be referenced. Preprints should be clearly marked as such, for example by including the word preprint, or the name of the preprint server, as part of the reference. The preprint DOI should also be provided.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#). Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes from different reference management software.](#)

Reference formatting

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the article number or pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they should be arranged according to the following examples:

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references can be listed either first alphabetically, then chronologically, or vice versa.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999).... Or, as demonstrated (Jones, 1999; Allan, 2000)... Kramer et al. (2010) have recently shown ...'

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2018. The art of writing a scientific article. *Heliyon*. 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Reference to a website:

Cancer Research UK, 1975. Cancer statistics reports for the UK.

<http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> (accessed 13 March 2003).

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. *Mendeley Data*, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Reference to software:

Coon, E., Berndt, M., Jan, A., Svyatsky, D., Atchley, A., Kikinzon, E., Harp, D., Manzini, G., Shelef, E., Lipnikov, K., Garimella, R., Xu, C., Moulton, D., Karra, S., Painter, S., Jafarov, E., & Molins, S., 2020. *Advanced Terrestrial Simulator (ATS) v0.88 (Version 0.88)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3727209>.

References concerning unpublished data and "personal communications" should not be cited in the reference list but may be mentioned in the text.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the [List of Title Word Abbreviations](#).

Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including [ScienceDirect](#). Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our [video instruction pages](#). Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Data visualization

Include interactive data visualizations in your publication and let your readers interact and engage more closely with your research. Follow the instructions [here](#) to find out about available data visualization options and how to include them with your article.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings, which may also include software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data](#) page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For supported data repositories a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Research Elements

This journal enables you to publish research objects related to your original research – such as data, methods, protocols, software and hardware – as an additional paper in a [Research Elements journal](#).

Research Elements is a suite of peer-reviewed, open access journals which make your research objects findable, accessible and reusable. Articles place research objects into context by providing detailed descriptions of objects and their application, and linking to the associated original research articles. Research Elements articles can be prepared by you, or by one of your collaborators.

During submission, you will be alerted to the opportunity to prepare and submit a manuscript to one of the Research Elements journals.

More information can be found on the [Research Elements page](#).

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement page](#).

Additional Information

Authors should use the 'Track Changes' option when revising their manuscripts, so that any changes made to the original submission are easily visible to the Editors. Those revised manuscripts upon which the changes are not clear may be returned to the author.

Specific comments made in the Author Comments in response to referees' comments must be organised clearly. For example, use the same numbering system as the referee, or use 2 columns of which one states the comment and the other the response.

After acceptance

Online proof correction

To ensure a fast publication process of the article, we kindly ask authors to provide us with their proof corrections within two days. Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized [Share Link](#) providing 50 days free access to the final published version of the article on [ScienceDirect](#). The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

Author inquiries

Visit the [Elsevier Support Center](#) to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch. You can also [check the status of your submitted article](#) or find out [when your accepted article will be published](#).

Anexo B – Certificado de aprovação de protocolo para uso de animais em pesquisa pela Universidade Federal do Pampa



CERTIDÃO

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DE PROTOCOLO PARA USO DE ANIMAIS EM PESQUISA

Número de protocolo da CEUA: 049/2021

Título: Estudo de um sistema de produção de leite e carne em pequenos ruminantes suplementados com Farelo de Arroz Integral para elaboração de derivados

Data da aprovação: 04/02/2022

Período de vigência do projeto: 31/01/2024

Pesquisadores(a): Gladis Ferreira Corrêa

Campus: Dom Pedrito

Telefone: 53 3243-7300 e 53 99902-3785

E-mail: gladiscorrea@unipampa.edu.br

Finalidade	() Ensino (X) Pesquisa		
Espécie / Linhagem / Raça	Ovinos		
Nº de animais	90	01	36
Peso / Idade	5 a 35 kg / 1 a 5 meses	60 kg / 1 a 5 anos	40 kg / 1 a 5 anos
Sexo	Machos	Macho	Fêmeas
Origem	Animais da UNIPAMPA		



Assinado eletronicamente por **CATIA ALINE VEIVERBERG, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 08/02/2022, às 17:58, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador 0726289 e o código CRC 9ED7A5F4.

Anexo C – Carta de aprovação de protocolo para uso de animais em pesquisa pela Universidade Federal do Pampa

	U F R G S UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	PRÓ-REITORIA DE PESQUISA Comissão De Ética No Uso De Animais	
---	--	--	---

CARTA DE APROVAÇÃO

Comissão De Ética No Uso De Animais analisou o projeto:

Número: 41559

Título: Produção sustentável de carne nos campos nativos: efeitos da bioquímica da pastagem na redução da emissão de metano e produção de carne de qualidade

Vigência: 16/11/2021 à 31/03/2025

Pesquisadores:

Equipe UFRGS:

CESAR HENRIQUE ESPIRITO CANDAL POLI - coordenador desde 16/11/2021
 Itubiana Maciel Da Silva - desde 16/11/2021
 LUIZA ROEGHERI JACONDINO - desde 16/11/2021
 CARLOS NABINGER - pesquisador desde 16/11/2021
 Jaise Fabiola Toréni - pesquisador desde 16/11/2021

Equipe Externa:

Gládis Ferreira Corêa - pesquisador desde 16/11/2021

Comissão De Ética No Uso De Animais aprovou o mesmo, em reunião realizada em 06/12/2021 - Reunião via webconferência - Mconf UFRGS, em seus aspectos éticos e metodológicos, para a utilização de 30 ovinos texel machos com aproximadamente 150 dias de idade, provenientes da Estação Experimental Agronômica da UFRGS - Rodovia BR-290, Km 146, Eldorado do Sul, CNPJ: 92.969.856/0001-98, de acordo com os preceitos das Diretrizes e Normas Nacionais e Internacionais, especialmente a Lei 11.794 de 08 de novembro de 2008, o Decreto 6899 de 15 de julho de 2009, e as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), que disciplinem a produção, manutenção e/ou utilização de animais do filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) em atividade de ensino ou pesquisa.

Porto Alegre, Quarta-Feira, 22 de Dezembro de 2021



ALEXANDRE TAVARES DUARTE DE OLIVEIRA
 Coordenador da comissão de ética

VITA

Andressa Miranda Madruga, nascida em Dom Pedrito (RS), no dia 29 de abril de 1994, filha de Carmem Maria Miranda Madruga e Jairo Jorge Madruga. Coursou o ensino fundamental e médio na Escola de Ensino Médio Nossa Senhora do Horto, concluindo no ano de 2010. Em 2011 ingressou no Curso de Zootecnia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Dom Pedrito, graduando-se em dezembro de 2016. Durante a graduação participou do Núcleo de Pesquisa em Pequenos Ruminantes (NUPPER), sob orientação da professora Gladis Ferreira Corrêa, sendo bolsista de ensino e pesquisa. Em setembro de 2018 concluiu o Curso de Especialização em Gestão e Inovação do Agronegócio, na modalidade Lato Sensu, na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Dom Pedrito, como o trabalho intitulado “Uma Análise da Produção de Leite Ovino”, sob orientação da professora Caroline Ferreira Mainardi. Em março de 2020 concluiu o Mestrado no Programa de Pós Graduação em Zootecnia, vinculado à Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), com a dissertação “Desempenho de Cordeiros Originários de Parto Simples ou Gemelar Submetidos a Diferentes Sistemas de Alimentação Baseado em Pastagem Tropical”, sob orientação do professor Cesar Henrique Espírito Candal Poli e co-orientação da professora Gladis Ferreira Corrêa, obtendo bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Em abril de 2020 iniciou o curso de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, vinculado à Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na área de concentração de Produção Animal, sob orientação do professor Cesar Henrique Espírito Candal Poli e co-orientação da professora Gladis Ferreira Corrêa, obtendo bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).