

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

**ANDRÉ FOGAÇA NIGELISKII**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA CARNE DE CORDEIROS  
CONFINADOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES SUPLEMENTAÇÕES**

**Porto Alegre  
2021**

**ANDRÉ FOGAÇA NIGELISKII**

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA CARNE DE CORDEIROS  
CONFINADOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES SUPLEMENTAÇÕES**

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

**Orientador: Prof. Dr. Cesar Henrique Espírito Candal Poli**  
**Coorientador: Prof. Dr. Renius de Oliveira Mello**

**Porto Alegre**  
**2021**

## CIP - Catalogação na Publicação

Nigeliskii, André

Características físico-químicas da carne de cordeiros confinados alimentados com diferentes suplementações / André Nigeliskii. -- 2022.

129 f.

Orientador: César Henrique Espírito Candal Poli

Poli.

Coorientador: Renius de Oliveira Mello Mello.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, , Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Qualidade de carne . 2. Ovinocultura. 3. Antioxidantes. 4. Fontes energéticas. 5. Suplementação. I. Poli, César Henrique Espírito Candal Poli, orient. II. Mello, Renius de Oliveira Mello, coorient. III. Título.

André Fogaça Nigelskii  
Zootecnista

## DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos  
para obtenção do Grau de

### MESTRE EM ZOOTECNIA

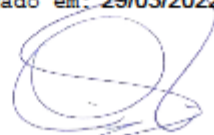
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Faculdade de Agronomia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovada em: 14.09.2021  
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 29/03/2022  
Por



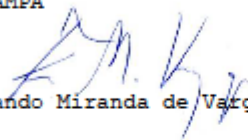
CESAR HENRIQUE ESPIRITO CANDAL POLI  
PPG Zootecnia/UFRGS  
Orientador



SERGIO LUIZ VIEIRA  
Coordenador do Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia



Gladiş Ferreira Corrêa  
UNIPAMPA



Fernando Miranda de Vargas Jr  
UFGD



Liris Kindlein  
UFRGS



CARLOS ALBERTO BISSANI  
Diretor da Faculdade de Agronomia

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente, meu reconhecimento e consideração a toda sociedade brasileira, na viabilidade deste e de tantos outros trabalhos de formação e capacitação profissional, por meio do fomento e da promoção da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Faculdade de Agronomia desta mesma instituição, bem como, a Universidade Federal de Santa Maria, ao Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos e ao Núcleo Integrado de Análises Laboratoriais (NIDAL-UFSM), na disposição institucional e infraestrutura para formação de mestre em produção animal. Em especial ao valoroso quadro de professores, servidores e colegas de trabalho!

Ao Centro de Pesquisa, Estudos e Tecnologia em Carnes da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CEPETEC – UFRGS), representado pela Professora Liris Kindlein, ao Centro de Ensino e Pesquisa em Ovinocultura da Faculdade de Agronomia desta mesma instituição (CEPOV – UFRGS), aqui especialmente representados pelo Professor Cesar Henrique Espírito Candal Poli, bem como, ao Núcleo de Pesquisa em Pequenos Ruminantes da Universidade Federal do Pampa – Campus Dom Pedrito (NUPPER – UNIPAMPA), em especial na representação da Professora Gladis Corrêa, que viabilizaram este trabalho através da parceria de análises.

Ao Professor Renius de Oliveira Mello, mais que coorientador de mestrado e orientador de graduação, grande mestre, referência profissional e pessoal, por todas as orientações, atividades e principalmente pelo acolhimento, na parceria e dedicação junto a realização em todo processo de desenvolvimento deste trabalho. Deixo aqui meu reconhecimento e os mais sinceros agradecimentos por toda colaboração e amizade!

Por último e não menos importante, aos familiares e amigos... Para estes, costumo dizer que são todos “família”, alguns nos deram a vida, outros a vida nos deu! Para vocês, dedico os resultados de uma trajetória construída através do esforço e atenção de cada um... Sou eternamente grato!

## CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA CARNE DE CORDEIROS CONFINADOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES SUPLEMENTAÇÕES <sup>1</sup>

Autor: Zoot. André Fogaça Nigeliskii

Orientador: Prof. Dr. Cesar Henrique Espírito Candal Poli

Coorientador: Prof. Dr. Renius de Oliveira Mello

**Resumo:** Foi avaliado o efeito do potencial antioxidante de  $\alpha$ -tocoferol, extrato taninífero de Acácia negra (*Acacia mearnsii*), mais a associação dos dois antioxidantes e da substituição do milho por farelo de arroz integral ao nível de 13% na porção energética da dieta, sob as características físico-químicas de carne de cordeiros confinados. Cinquenta cordeiros foram distribuídos (n=10) em tratamentos distintos; controle (CT = dieta base, 10% milho), substituição por farelo de arroz integral (FAI 13%) e suplementados com tocoferol (TOC, 400 mg/kg de MS) de  $\alpha$ -tocoferol ou tanino condensado (TAN, 40 g/kg de MS) de extrato taninífero, ou mesmo, tanino+tocoferol (TAN+TOC, 40 g/kg de MS/ 400 mg/kg de MS) de extrato taninífero e  $\alpha$ -tocoferol, respectivamente, durante 62 dias. As variáveis teor de colágeno, pH, Capacidade de Retenção de Água (CRA) e comprimento de sarcômero no músculo *Longissimus thoracis et lumborum* não demonstraram diferença ( $P>0,05$ ) para os tratamentos. As características de perdas por cocção, cor, força de cisalhamento (WBSF) e perfil de textura também não apresentaram diferença significativa ( $P<0,05$ ) para a substituição do (FAI) em relação ao grupo controle. Os dados de perdas ao descongelamento foram maiores ( $P<0,05$ ) para (TOC) com decréscimo nas perdas por evaporação, que foram maiores para o grupo controle (CT) em relação aos demais grupos suplementados com antioxidantes. A carne dos animais do grupo (TOC) apresentaram menor ( $P<0,05$ ) valor de  $a^*$  (vermelho) quando comparadas aos demais tratamentos, sendo mais escuras. O grupo controle obteve carne de maior maciez, com menores ( $P<0,05$ ) valores, tanto para força de cisalhamento (WBSF  $P=2,16$ ), quanto para as variáveis do perfil de textura (dureza  $P=162$ , coesividade  $P=0,40$  e mastigabilidade  $P=2,35$ ) em relação aos demais tratamentos com antioxidantes (TAN, TOC, TAN+TOC). O grupo (FAI) demonstrou efeito ( $P<0,05$ ) na composição centesimal da carne, com maiores níveis de lipídios totais e proteína bruta e menor teor de cinzas, sem interferir ( $P>0,05$ ) no teor de umidade. A variável de tonalidade ( $h^*$ ) para cor ( $P=0,052$ ) de carne e o parâmetro dureza ( $P=0,048$ ) no perfil de textura, tendem a aumentar com a inclusão do (FAI), porém não apresentaram diferença significativa ( $P>0,05$ ).

**Palavras-chave:** Confinamento, cordeiro, farelo de arroz integral, ovinos, potencial antioxidante, qualidade de carne.

---

<sup>1</sup>Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (p.), Agosto de 2021.

## PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF MEAT FROM CONFINED LAMBS FED WITH DIFFERENT SUPPLEMENTS<sup>2</sup>

Author: Zoot. André Fogaça Nigeliskii

Advisor: PhD. Cesar Henrique Espírito Candal Poli

Co-advisor: PhD. Renius de Oliveira Mello

**Abstract:** The effect of the antioxidant potential of  $\alpha$ -tocopherol, tannin extract of Black wattle (*Acacia mearnsii*), plus the association of the two antioxidants and the replacement of corn by brown rice bran at a level of 13% in the energy portion of the diet was evaluated. as agglomerated physical characteristics of meat from confined lambs. Fifty lambs were distributed ( $n = 10$ ) in different treatments; control (CT = base diet, 10% corn), replacement with brown rice bran (FAI 13%) and supplemented with tocopherol (TOC, 400 mg / kg DM) of  $\alpha$ -tocopherol or condensed tannin (TAN, 40 g / kg of DM) of tannin extract, or even tannin + tocopherol (TAN + TOC, 40 g / kg of DM / 400 mg / kg of DM) of tannin extract and  $\alpha$ -tocopherol, respectively, for 62 days . The variables collagen content, pH, Water Retention Capacity (WRC) and sarcomere length in the Longissimus thoracis et lumborum muscle showed no difference ( $P > 0.05$ ) for the treatments. The characteristics of cooking losses, color, shear force (WBSF) and texture profile also did not differ ( $P < 0.05$ ) for the replacement of the (FAI) compared to the control group. The thawing loss data were higher ( $P < 0.05$ ) for (TOC) with a decrease in evaporation losses, which were higher for the control group (CT) compared to the other groups supplemented with antioxidants. The meat of the animals of the group (TOC) dissipation lower ( $P < 0.05$ ) value of  $a^*$  (red) when compared to the other treatments, being darker. The control group obtained meat of greater tenderness, with lower ( $P < 0.05$ ) values, both for shear force (WBSF  $P = 2.16$ ) and for texture profile variables (hardness  $P = 162$ , cohesiveness  $P = 0.40$  and chewability  $P = 2.35$ ) compared to other treatments with antioxidants (TAN, TOC, TAN + TOC). The (FAI) group showed an effect ( $P < 0.05$ ) on the proximate composition of the meat, with higher levels of total lipids and crude protein and lower ash content, without interfering ( $P > 0.05$ ) in the moisture content. The hue variable ( $h^*$ ) for meat color ( $P = 0.052$ ) and the hardness parameter ( $P = 0.048$ ) without texture profile, tend to increase with the inclusion of (FAI), but not different difference (strong  $P > 0.05$ ).

**Keywords:** Feedlot, lamb, brown rice bran, sheep, antioxidant potential, meat quality.

---

<sup>2</sup>Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (p.), Agosto de 2021.

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	12
CAPÍTULO I - REVISÃO .....	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1. Qualidade de carne ovina.....	19
2.2. Processo Oxidativo .....	28
2.3. Antioxidantes .....	30
2.4. Fontes energéticas .....	37
3. HIPÓTESES E OBJETIVOS.....	48
CAPÍTULO II - Efeito da suplementação de tanino condensado e/ou tocoferol sob as características físico-químicas da carne de cordeiros confinados.....	49
INTRODUÇÃO .....	51
MATERIAIS E MÉTODOS .....	52
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	58
CONCLUSÕES.....	65
REFERÊNCIAS.....	67
CAPÍTULO III – Avaliação da substituição de milho por farelo de arroz integral na porção energética da dieta base de cordeiros confinados sob as características físico-químicas de carne .....	80
INTRODUÇÃO .....	82
MATERIAL E MÉTODOS .....	83
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	88
CONCLUSÕES.....	93
REFERÊNCIAS.....	94
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	104
REFERÊNCIAS.....	106
APÊNDICE .....	124
VITA .....	129



## LISTA DE TABELA

<b>Tabela 1.</b> Ingredientes, composição química e níveis de inclusão de compostos secundários nas dietas experimentais de cordeiros confinados.....	74
<b>Tabela 2.</b> Composição química (%) da carne de cordeiros terminados em confinamento sem ou com adição de tanino e/ou tocoferol na dieta.....	75
<b>Tabela 3.</b> Composição física da carne de cordeiros terminados em confinamento sem ou com adição de tanino e/ou tocoferol na dieta.....	76
<b>Tabela 1.</b> Ingredientes e níveis de inclusão de milho ou farelo de arroz integral nas dietas experimentais de cordeiros confinados.....	99
<b>Tabela 2.</b> Composição química (%) da carne de cordeiros terminados em confinamento com diferentes fontes energéticas na dieta.....	100
<b>Tabela 3.</b> Composição física da carne de cordeiros terminados em confinamento com diferentes fontes energéticas na dieta.....	101

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

a\* - Índice de vermelhidão

b\* - Índice de palidez/amarelidez

c\* - Índice de Saturação

CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

CRA – Capacidade de Retenção de Água

Da – Dalton/Unidade de medida para expressar massa de partículas atômicas

h\* - Índice de Tonalidade

Hb – Hemoglobina

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

L\* - Índice de luminosidade

Mb – Mioglobina

NRC – Nutrient Requirements of Dairy Cattle

pH – Potencial Hidrogeniônico

SARS-COV-2 – Vírus pandêmico da família do Coronavirus/Novo Coronavirus-19

TPA – Perfil de Textura

WBSF – *Warner-Bratzler Shear Force* (força de cisalhamento)

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Esquema de amostragem para análises físico-químicas do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de cordeiros confinados sem ou com adição de tanino e/ou tocoferol na dieta.....77
- Figura 2.** Biplot bidimensional das dietas (escores) versus qualidade da carne (loadings) em relação aos componentes principais.....78
- Figura 1.** Esquema de amostragem para análises físico-químicas do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de cordeiros confinados com diferentes fontes energéticas na dieta.....102

## 1. INTRODUÇÃO

O segmento de carnes é reconhecido mundialmente por movimentar os maiores volumes em recursos na área de alimentos, sendo o Brasil um dos principais países produtores e exportadores no atual cenário internacional agropecuário. A cadeia da carne ovina, com consumo interno ainda tímido, demonstra espaço e grande potencial de crescimento, especialmente para demanda de produtos com valor agregado. Em termos de mercado, mesmo frente às grandes flutuações de preços e queda dos índices de produção registrados nas últimas décadas, especialmente após crise da lã na década de 1970, a ovinocultura vem recuperando espaço e representando uma alternativa rentável e sustentável para os sistemas de produção agropecuários. Um cenário dinâmico e competitivo, que ainda tem por principais metas e desafios à necessidade de estabelecer padrões estáveis de segurança e qualidade de produtos (RAMOS e GOMIDE, 2007).

Para a indústria, o desafio se inicia em superar a carente constância na oferta de matéria prima com padronização e qualidade, para assim, aperfeiçoar processos e qualificar produtos. Para o produtor, as maiores dificuldades estão justamente na capacidade organizacional de padronização de carcaças e regularidade na oferta de ovinos para garantir o funcionamento da cadeia em questão (MORENO et al., 2010). O consumidor final, por sua vez, demonstra significativo aumento na demanda por produtos de qualidade, impulsionando os elos da cadeia a buscar eficiência de produção e qualidade de carne. Por conseguinte, a ovinocultura, volta-se para adoção de tecnologias e para produção da carne de cordeiros, no intuito de conciliar sistemas de produção com potencial de crescimento de animais jovens, utilizando-se de genética e nutrição para retorno em ganho de peso e qualidade do produto cárneo (RIBEIRO, 2009).

No Brasil, os sistemas de produção de animais ruminantes, variam desde uma pecuária extensiva, baseada em pastagens nativas e cultivadas de baixa produtividade e pouco uso de insumos, até uma pecuária dita intensiva, com pastagens de alta produtividade, suplementação alimentar a pasto e uso de confinamento (CEZAR, et al., 2005). No Estado do Rio Grande do Sul, excepcionalmente, a atividade pecuária dá-se em base pastoril sobre campos nativos do Bioma Pampa e Campos de Cima da Serra (FREITAS, 2010.; NABINGER, 2006.; OLIVEIRA, 2017). Vegetação campestre constituída por grande

diversidade de gramíneas e leguminosas (BOLDRINI, 1997; BOLDRINI, 2006), que apresentam em sua composição compostos secundários como taninos e tocoferóis. Estes podem apresentar potencial antioxidantes de incremento a produção e produtividade, bem como, efeitos diretos nas características de qualidade de carne (MONTEIRO et al 2009). Com base nesta hipótese, o aproveitamento destes compostos secundários na dieta animal, pode gerar um diferencial aos sistemas produtivos e agregação de valor ao produto cárneo.

A adição de antioxidantes sintéticos é uma ferramenta tecnológica utilizada em larga escala pela indústria devido ao menor custo e sua eficiente ação nos produtos cárneos. Entretanto, novas tendências de mercado e exigências de consumidores, especialmente no que diz respeito à segurança na utilização dos aditivos alimentares, incentivam a identificação de alternativas naturais. A busca por produtos naturais com atividade antioxidante propõe a substituição dos sintéticos ou fazer associações entre eles, com intuito de diminuir sua utilização ou modificar as vias de inclusão e aproveitamento nos alimentos (SOARES, 2002). A incorporação do uso de antioxidantes na criação animal, além de incrementar a produtividade do sistema, pode potencializar alguns aspectos de qualidade de carne gerando benefícios diretos para a indústria e ao consumidor final.

Entretanto, especialmente em situações de carência de alimentos volumosos, quando a disponibilidade de energia torna-se limitante para o desempenho animal, a adoção de manejos suplementares e dietas concentradas em regime de confinamento podem ser opções viáveis e lucrativas para a terminação de cordeiros. O nível energético da dieta fornecida aos animais, bem como, sua funcionalidade em detrimento de suas características físico-químicas, são determinantes para o desempenho produtivo. Este manejo alimentar em regime de confinamento permite maior controle do consumo e desempenho animal, inclusive, facilitando o entendimento dos efeitos da dieta e seus compostos nas características de qualidade de carne. Esta diversidade alimentar, especialmente, nas diferentes fases de crescimento animal, determinam variações no desenvolvimento corporal e nas características de qualidade de carne (OLIVEIRA, 2017).

Para a composição da fração energética da dieta concentrada para animais em confinamento a principal fonte alimentar utilizada é o milho, cereal mais produzido no mundo, sendo o Brasil o terceiro maior produtor segundo CONAB (2020), produzindo 103 milhões de toneladas na soma das últimas duas safras para

o ano corrente (IBGE, 2021). Em decorrência da alta competição para fins produtivos a flutuação de preços é alta, levando os sistemas de produção a buscarem fontes alternativas de produtos e subprodutos em substituição na composição energética da dieta animal. Estas fontes alternativas e de propícia disponibilidade para alimentação energética vem sendo testadas e incrementadas para enriquecer a qualidade da dieta-base (PILAU e LOBATO, 2009).

Este uso estratégico de grãos e de seus subprodutos podem ser explorados para eliminar as deficiências nutricionais e reduzir as variações estacionais em sistemas de produção de cordeiros. A indústria do arroz, tradicionalmente pujante no Estado do Rio Grande do Sul, produziu 7,7 milhões de toneladas, equivalente a 70,3% da produção nacional com 11, 1 milhões de toneladas do produto na última safra 2020/2021 (IBGE 2021). Esta cadeia possui o farelo de arroz como um dos seus principais subprodutos, apresentando ótimo potencial produtivo em suas frações energética, proteica e mineral. Os resultados de trabalhos com a incorporação de farelo de arroz integral nos sistemas de produção de carne indicam uma resposta animal favorável, viabilizando a sua utilização nas dietas (GONÇALVEZ., 2001).

Estas informações dos sistemas alimentares dos animais que geram os produtos cárneos e derivados é uma exigência crescente dos consumidores, da indústria, e em especial, por parte dos países importadores. Fato que se deve a forte influência que o tipo de alimentação causa na composição dos produtos de origem animal (PRACHE et al, 2007). Tanto a alimentação rica em concentrados que tende a produzir carne com maior teor de gordura, quanto à incorporação de compostos antioxidantes via suplementação na dieta, podem interferir nas principais características organolépticas de carne, como cor, maciez e suculência. Estes parâmetros de inter-relações da composição da dieta animal e seus compostos funcionais com as características físico-químicas do produto final são essenciais para o processo de desenvolvimento da cadeia da carne ovina, gerando conhecimento através da pesquisa para com a aplicação dos sistemas produtivos e resultados na indústria.

Com os resultados obtidos deste estudo espera-se obter parâmetros dos efeitos de compostos com potencial antioxidante, bem como, da avaliação de distintas fontes energéticas na dieta animal sob as características físico-químicas da carne de cordeiros confinados. Sendo este trabalho desenvolvido em três capítulos.

O primeiro capítulo é destinado à revisão de literatura, no qual estão dispostas a introdução geral, a revisão bibliográfica, as hipóteses e os objetivos da pesquisa. No segundo e terceiro capítulos, estão apresentados os artigos científicos com os principais resultados de pesquisa, elaborados de acordo com as normas da revista *Meat Science*.

O capítulo dois teve por objetivo avaliar o efeito do potencial antioxidante da suplementação com tanino condensado e/ou tocoferol, sob as características físico-químicas e efeitos na qualidade da carne de cordeiros.

O capítulo três teve por objetivo avaliar o efeito da substituição com farelo de arroz integral, ao nível de 13% sob a dieta a base de milho, como fonte energética em confinamento sobre as características físico-químicas da carne de cordeiros.

## **CAPÍTULO I - REVISÃO**



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A história registra os ovinos entre as primeiras espécies (*Ovis aries*) domesticadas pelo homem, tendo em vista a facilidade de manejo e seu potencial produtivo para produtos diversificados (carne, leite, lã e pele) (HAFEZ, 1973). Em função da produção de lã para a indústria têxtil, os ovinos consolidaram-se junto ao desenvolvimento econômico em diversas partes do mundo. Com o crescimento da população urbana a partir da Revolução Industrial, a carne foi ganhando espaço, em detrimento da lã e as raças de corte se difundiram pelo mundo (DIAS FILHO, 2016).

As primeiras referências da chegada de ovinos no Brasil, segundo Macedo (2014), foram registradas no ano de 1556 com animais de origem asiática e espanhola. No Estado do Rio Grande do Sul a ovinocultura até 1900 era inexpressiva, sem um mercado organizado, começando a ganhar forma de atividade exploratória e econômica a partir do período da Primeira Guerra Mundial no ano de 1915 (BOFILL, 1996). Com a crescente demanda por carne e lã, atrelado a vantagem em relação ao produto das charqueadas para consumo imediato no sustento da mão-de-obra das estâncias, os ovinos se afirmavam como fonte eficiente de produção no Estado (PESAVENTO, 1980.; BOFILL, 1996).

Os altos preços e a demanda da indústria têxtil levaram a ovinocultura ao pleno desenvolvimento no Estado entre as décadas de 1940 e 1960. Cenário este que resultou em um moroso processo de reestruturação de matriz produtiva após a crise global da lã na década de 1970 (BOFILL, 1996). Na busca por adequar objetivos de produção e demanda, iniciou-se um processo transitório de base genética especificamente laneira para animais de duplo propósito ou especializados em produção de carne. Apresentando ainda na atualidade muitas dificuldades de reestabelecimento nos mais diversos elos da cadeia produtiva da carne ovina, como por exemplo; nos índices produtivos, mão-de-obra qualificada, infraestrutura e planejamento logístico, padronização e qualidade de produto, bem como, sazonalidade na produção e incapacidade de oferta constante para demanda de carne de qualidade, especialmente com valor agregado.

Atualmente, a carne ovina representa aproximadamente 7% de toda a carne produzida no mundo, sendo o Brasil detentor de aproximadamente 1,5% do rebanho ovino mundial com 19.715.587 milhões de cabeças segundo IBGE (2019). O Estado do Rio Grande do Sul, por sua vez, apresenta 3.057.943 milhões de cabeças,

equivalente a 15,5% do rebanho nacional (IBGE, 2019). Entretanto, apesar do crescimento da produção nos últimos anos, o Brasil tem de importar carne para abastecer o mercado interno devido à oferta insuficiente.

Apesar da crise pandêmica causada por, SARS-COV-2 (COVID 19) no ano corrente, as perspectivas da OCDE- FAO (2020) são de aumento no consumo de carnes no mundo. E isto se deve, tanto em termos totais quanto em base *per capita*, especialmente aos países em desenvolvimento. Cerca de cinco vezes mais em relação aos países desenvolvidos, sendo 0,24% e 0,8% de crescimento ao ano respectivamente. Este nível de crescimento está diretamente relacionado com a espécie animal e o país em questão, pois a taxa de crescimento populacional e a distribuição de renda exercem forte influência sobre o consumo de carnes.

Para carne ovina, produto considerado nicho de mercado em muitos países, o consumo em base *per capita* é comparável em países desenvolvidos e em desenvolvimento. O crescimento no consumo global pode se dar em até duas mil toneladas, equivalente a 6% do incremento no aumento do consumo de carnes no período 2020-2029, segundo OCDE-FAO (2020). Mantendo ainda leve declínio de consumo *per capita* nos países que tradicionalmente consomem carne ovina, como no Norte da África e Oriente Médio, em função da substituição por fontes de proteínas de menor valor monetário ao consumidor, como a carne avícola por exemplo.

Atualmente observa-se uma demanda crescente no consumo de carne ovina no país, principalmente nos grandes centros urbanos com ênfase na região Sudeste (VIEIRA et al., 2010). Este mercado é composto basicamente por dois tipos de consumidor, sendo um de caráter regional e tradicional, associado a produtos mais simples e de baixo valor agregado, e o consumidor de grandes centros urbanos de caráter mais “gourmetizado” e com maior poder aquisitivo (MARTINS et al., 2016).

Todavia, mesmo com a crescente demanda, esta ainda é pequena frente às demais fontes de proteína tradicionalmente disponíveis no mercado. Andrade (2017), trabalhando com perfil do consumidor de carne ovina no país, demonstra que o brasileiro não possui o hábito de consumo da carne ovina. Os dados revelam que 25 milhões de brasileiros, cerca de 12% dos consumidores do país, nunca consumiram carne ovina de qualquer categoria animal. Seguido de 35% da população que já experimentaram ao menos uma vez na vida, 27% que consomem algumas vezes por ano, 25% que dizem consumir com certa periodicidade, 17%

demonstram consumo mensal, 7% uma vez por semana e apenas 1% dos consumidores de carne do país tem o hábito diário da carne ovina. Os motivos para o baixo consumo segundo a autora, permeiam as deficiências ao longo de todos os elos da cadeia produtiva. Atrelando a dificuldade de gerar o hábito do consumo, principalmente, as deficiências de disponibilidade nas gôndolas de supermercados até o preparo de corte para maior praticidade no consumo e agregação de valor do produto.

Neste sentido, a produção de carne ovina demonstra grande potencial de crescimento, especialmente com a carne de cordeiro. Categoria animal que além de apresentar maior valorização pela qualidade da carne, apresenta alto rendimento de carcaça e maior eficiência para ganho de peso (PIRES et al., 2000), gerando assim uma matéria prima com características específicas de qualidade que permitam, não apenas a manipulação e desenvolvimento de produtos e subprodutos com valor agregado, mas também ganhem o gosto do mercado consumidor.

## **2.1. Qualidade de carne ovina**

Compreender o conceito de qualidade de carne trata-se de um exercício complexo e muito abrangente, pois seu grau de subjetividade varia da relação de uso até os aspectos individuais inerentes ao produto. Se por um lado os consumidores são quem norteiam o rumo de toda cadeia produtiva, também devem ser considerados os potenciais e relações para com os atributos individuais do alimento. Este panorama geral de uso e aceitação de um produto em relação às características de qualidade do mesmo tem movimentado grandes volumes de pesquisa e a atenção do mercado constantemente.

A qualidade de carne é dependente de vários fatores intrínsecos e extrínsecos aos animais. Os fatores intrínsecos são aqueles relacionados às características individuais do animal ou matéria prima (carcaça), independentes da manipulação ou processos utilizados *post-mortem*. Entre os principais, pode-se citar a raça, idade e o sexo do animal. Já os fatores extrínsecos são aqueles que exercem um grau de dependência a manipulação, sistema ou processo no qual o animal ou o próprio produto é submetido ao longo da dinâmica de funcionamento da cadeia produtiva. Dentre eles pode-se citar, principalmente, as condições de manejo,

nutrição, ambiente e cadeia do frio. Estes fatores isolados ou em conjunto irão definir a qualidade físico-química, tecnológica e sensorial da carne (BRIDI E CONSTANTINO, 2009).

Estes atributos de qualidade de carne podem ser definidos de acordo com uma série de características individuais passíveis de mensuração inerente ao produto. De forma simplificada, os aspectos de qualidade podem ser definidos de forma objetiva, onde as características são passíveis de mensuração e são utilizadas como parâmetro contido no alimento. De forma subjetiva, podem ser estimadas através de análises sensoriais ou aceitação por consumo e buscam nortear a indústria e a ciência em relação às demandas dos consumidores. Cada um desses critérios é mais dependente de uma longa lista de outros fatores que incluem os processos de produção animal até a mesa do consumidor. Como parâmetros de interferência, desde o estado fisiológico do animal vivo, bioquímica *post-mortem* do músculo e da gordura, até a composição de carcaça e da contribuição dos alimentos utilizados. Demonstrando também, relação direta ou indireta aos teores de proteína e gordura, a deposição característica de cada um destes e o efeito da genética sobre os tecidos e metabolismo (WEBB, et al., 2010).

As características sensoriais da carne são os atributos que impressionam os órgãos do sentido, de maneira mais ou menos apetecível, e que dificilmente podem ser medidos por instrumentos. É o caso dos atributos frescor, firmeza e palatabilidade; o primeiro envolvendo uma apreciação da aparência visual e olfativa, o segundo uma apreciação visual e tátil, e o terceiro, resultante de uma combinação de impressões visuais, olfativas e gustativas que se manifestam a partir da cocção, seguida da mastigação do alimento (FELÍCIO, 1999). Desta forma, a qualidade pode ser definida de forma física, a qual é mensurável e objetiva ou subjetiva, que se refere ao produto da mente e sensações do consumidor.

A carne ovina é composta basicamente por água (73%), proteína (21%), lipídios (5%), carboidratos, vitaminas e minerais que também estão presentes em menores quantidades (PONNAMPALAM et al., 2016). O teor de gordura da carne ovina pode variar de 2% a 10% o que influencia substancialmente os aspectos sensoriais, como aroma, sabor e textura. A fração proteica é altamente digerível, e fornece os aminoácidos essenciais (ANDRADE 2017).

### 2.1.1. Maciez de carne

Dos fatores primários que afetam a aceitabilidade do produto pelo consumidor a maciez da carne é certamente o mais citado. Sendo o principal constituinte da satisfação do consumidor e característica de influência direta no preço dos cortes de maciez reconhecida (ANDRADE et al., 2010). A maciez é uma característica que pode ser percebida pelo consumidor ou avaliada tecnicamente em termos de consistência da carne sem osso (SAÑUDO & SIERRA, 1986). Pode ser definida sensorialmente como a facilidade com que a carne é mastigada, podendo ser decomposta em três sensações pelo consumidor: uma inicial, ou facilidade de penetração e corte; outra mais prolongada que seria a resistência que oferece a ruptura ao longo da mastigação; e a final, que daria a sensação de resíduos mais ou menos importantes (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009).

Em carnes a composição morfológica, quantidade e distribuição do tecido conjuntivo, tem grande variação entre espécie animal, raça, idade, sexo e ao músculo específico para o corte comercial (SHIMOKOMAKI, 1972.; PURSLOW, 2004.; NISHIMURA, 2010). Estas relações já são historicamente conhecidas por sua interferência direta na maciez e perfil de textura da carne cozida (NISHIMURA, 2010.; PURSLOW, 2004). Os trabalhos para reduzir a dureza indesejada da carne têm sido amplamente focados em proteólise *post-mortem*, citoesqueléticas e miofibrilares dentro das fibras musculares (BRAY, BRISKEY, & WECHEL, 1963.; BROOKS & SAVELL, 2004.; CARPENTER; KAUFFMAN; HAMMOND, 1932.; LEHMANN, 1907.; LIGHT; CHAMPION; VOYLE & BAILEY, 1985.; MARSH, 1977). Apesar de este processo ser influenciado pelo manuseio *post-mortem* em grande medida, a composição do tecido conjuntivo mostra-se como base limitante de manipulação (NISHIMURA, 2010).

Primar por animais mais jovens ao abate como cordeiros é a principal forma para reduzir os fatores negativos com a modificação estrutural no tecido conjuntivo. A idade em que o animal é abatido irá influenciar a composição da carcaça, ou seja, a razão osso/carne/gordura (ROTTA et al., 2009), como também pode alterar a estrutura física do tecido conjuntivo. Segundo Reiser, Amigable e Last (1992), à medida que o animal envelhece aumentam as interações entre as moléculas de colágeno e o diâmetro das fibras, resultando em uma carne mais dura (VOET; VOET PRATT, 2008). Neste sentido, o tecido conjuntivo tem sido associado à maciez da

carne, conteúdo e grau de solubilização do colágeno, bem como, taxa de crescimento, nutrição, genética e temperatura de cocção (FAUSTO, 2011).

A maciez da carne pode ser medida por meio subjetivo ou objetivo. O método subjetivo se utiliza de painel sensorial treinado para classificar a amostra em relação ao atributo maciez (GUERRERO, 2005). Já para os métodos objetivos, faz-se uso dos princípios básicos da reologia de alimentos sólidos. Ciência que estuda a deformação e o fluxo de matéria, compreendendo a maneira pela qual o material responde a determinada aplicação de força e deformação (RAMOS e GOMIDE, 2012). Para as respectivas análises utiliza-se o equipamento texturômetro que mede a força necessária para o cisalhamento (Shear-Force) e perfil de textura (TPA).

A medida de força de cisalhamento é realizada com uma lâmina única *Warner-Bratzler Shear Force* (WBSF), com uma amostra em seção transversal de carne ao rompimento no teste (RAMOS e GOMIDE, 2012). Quanto maior a força dispensada, menor é a maciez apresentada pelo corte de carne (SHACKELFORD et al., 1991.; WHEELER et al., 1997). Já para mensurar o perfil de textura, utiliza-se uma probe cilíndrica com dupla compressão em amostra cúbica 1x1 cm<sup>2</sup>, considerando os parâmetros de dureza, coesividade, mastigabilidade na amostra de carne (BOURNE, 1978.; STEFF, 1996.; SZCZESNIAK, 1998). Os respectivos parâmetros que compõe o TPA são classificados pela determinação da razão da força e da área mensurada, relacionados através do conceito de determinação física para com a determinação sensorial (BOURNE, 2002). Ou seja, estima-se a relação dos dados mensurados fisicamente com a definição sensorial no alimento.

Segundo Bourne (2002), para o parâmetro de dureza a definição física da força necessária para atingir a deformação é relacionada com a definição sensorial de compressão entre os dentes, determinada pela razão da área total e pico máximo durante a primeira força ou mordida. O parâmetro de coesividade representa o conceito físico de força das ligações internas e extensão do alimento, para com, quantidade de deformação entre os dentes antes da ruptura, mensuradas pela razão de área entre primeira e segunda compressão ou mordida. Já a definição de mastigabilidade é estabelecida pela energia necessária a desintegração ou número de mordidas para mastigar o alimento, determinada como produto da dureza, coesividade e mastigabilidade (BOURNE, 1978.; BOURNE, 2002.; STEFF, 1976.; SZCZESNIAK, 1998).

Enquanto essas análises são geralmente utilizadas na avaliação pós-cocção da carne outros métodos físicos são empregados em amostras de carne crua, como por exemplo, análises de comprimento de sarcômero, fragmentação miofibrilar e determinação da suculência (RAMOS e GOMIDE, 2012). A relação de encolhimento do músculo pelo frio foi reportada por Locker (1960), medida no comprimento da unidade contrátil do músculo, estando diretamente relacionada à maciez de carne e ao componente miofibrilar. Assim, o encurtamento do sarcômero caracteriza a contração muscular passando da miofibrila para fibra e sucessivamente para o músculo, refletindo o estado de compactação dos mesmos e servindo como indicativo na predição da maciez de carne (RUDDICK e RICHARDS, 1975; LYON e BUHR, 1999).

A avaliação do comprimento do sarcômero traz vantagens para uma interpretação mais precisa e antecipada dos resultados obtidos com a maciez da carne (ROSA et al., 2015.; BATAGLIA, 2016). Ao avaliarem a relação do comprimento do sarcômero com a variável maciez ou força de cisalhamento da carne de cordeiros, Starkey et al. (2017), verificaram que o comprimento do sarcômero foi relacionado negativamente ( $P < 0,05$ ) com a força de cisalhamento, de modo que, à medida que aumentava o comprimento a força de cisalhamento diminuía.

Outras características instrumentais com atribuições funcionais e tecnológicas também podem exercer efeitos sobre a maciez de carne, como no caso de potencial hidrogeniônico (pH) e a capacidade de retenção de água (CRA). Em carnes, exceto para produtos derivados adicionados de outros ácidos orgânicos, o pH está relacionado com o acúmulo de ácido láctico oriundo das mudanças post-mortem. A quantidade e taxa de acúmulo de ácido láctico na carne tem influência importante na sua qualidade final, modificando direta ou indiretamente, a cor e aparência, o sabor e aroma, a textura (maciez, suculência) e as propriedades funcionais (capacidade de retenção de água e capacidade de emulsificação) (RAMOS e GOMIDE, 2012).

Por fim, a CRA também afeta a exsudação de água na superfície da carne, peso e condição de qualidade do corte da carne (RAMOS e GOMIDE, 2012). Propriedade importante uma vez que determina a suculência da carne, atributo desejado pelos consumidores, bem como, influencia o rendimento e implica em perdas econômicas a indústria (ROQUE-SPECHT et al., 2009). Do ponto de vista sensorial esta capacidade afeta a impressão inicial e pouco duradoura da

suculência, que é seguida por uma percepção mais prolongada, mantida pelo teor de gordura.

### 2.1.2. Medidas instrumentais de carne

Para indústria da carne preço e qualidade são os principais fatores para garantir o sucesso de um produto no mercado. Segundo Schwarze e Schöder (1970), os animais mamíferos possuem em média de 200 a 250 músculos distintos, que definem as distintas partes do corpo, formas, estruturas, volumes e pesos diferentes. Cada músculo do animal irá compor um ou mais cortes de carne, com características de qualidade específicas que atribuem um determinado preço ou valor inerente ao produto. As medidas instrumentais a qualidade de carne proporcionam maior conhecimento e diversificação dos produtos cárneos, agregando valor e qualidade.

Além das medidas relacionadas à maciez de carne já relatadas anteriormente (2.1.1), dos atributos sensoriais, a cor e aparência são primordiais. Especialmente por estabelecer critérios de avaliação da qualidade da carne pelos consumidores determinando a orientação no ato da compra (GUERRERO et al., 2013.; Mancini & Hunt, 2005; RENERRE, 2004). Estando relacionada com as fibras musculares o pigmento mioglobina e a hemoglobina presente no sangue, bem como, o estado químico desses pigmentos no músculo (GAO et al., 2014). Estes podem ser influenciados por diversos fatores, tais como, manejo alimentar e pré-abate, a disposição do músculo, pH e a concentração de gordura intramuscular (SAÑUDO et al., 2013).

A cor do músculo é determinada pela quantidade de mioglobina (Mb) e pelas proporções relativas desse pigmento, que pode ser encontrado na forma mioglobina reduzida (Mb, cor púrpura), oximioglobina (MbO<sub>2</sub>, cor vermelha) e metamioglobina (MetMb, cor marrom) (MANCINI e HUNT, 2005). Entretanto, a Hemoglobina (Hb), também pode variar entre 5% e 30% do sangue residual no músculo (RAMOS e GOMIDE, 2012) dependendo do tempo e método de sangria utilizado, interferindo na coloração final da carne (ABRIL et al., 2001). Esses dois principais componentes cromóforos formam o grupo heme responsável pela absorção de luz e cor desses pigmentos.



Uma vez que a porção é idêntica em ambas as moléculas (Mb e Hb) o estado de oxidação do átomo de ferro pode determinar a reatividade da mioglobina no músculo. O estado de oxidação da mioglobina é determinado pela pressão de oxigênio presente no meio e minoritariamente por entidades oxidantes como radicais livres. Os radicais livres são produzidos pela oxidação dos lipídeos presentes na carne. Assim, estratégias que minimizem a formação de radicais livres podem ter efeito na coloração da carne (FAUSTMAN et al., 1998), inibindo a ocorrência da cor marrom (metamioglobina), rejeitada pelo consumidor e prevalecendo a cor vermelho-vivo (oximioglobina) relacionada a carne fresca.

A sensação de cor depende da interação da presença ou ausência de luz com o sistema visual humano. Devido à influência das cores e seus aspectos físicos nas atividades humanas surgiram vários tipos de sistemas de mensurações para cor, baseados em ordenação, espaçamento e replicação de análises. Inicialmente vieram os sistemas de *Princípio Tricromático*, RGB e CMY. O princípio Tricromático é baseado na teoria triestímulos de *Thomas Young*, primando que qualquer cor de espectro visível pode ser reproduzida através das mistura de cores primárias. Dando origem os sistema RGB derivado das cores aditivas primárias R (red/vermelho), G (green/verde) e B (blue/azul), bem como, ao sistema CMY, derivado das cores subtrativas primárias C (cyanide/ciano), M (magenta/magenta) e Y (yellow/amarelo).

Dentre os mais aceitos, o Sistema de Aparência e Cor, desenvolvido por *Albert Munssel* em 1905 é um dos mais utilizados como padrão de uniformidade. Este, é baseado em três principais características: Tonalidade (*Hue*); representada pelo símbolo ***h***, define a grandeza que caracteriza a qualidade da cor, Saturação (*Chroma*); representada pelo símbolo ***C***, descreve a intensidade ou qualidade de uma tonalidade e Luminosidade (*Value*); representada pelo símbolo ***L***, caracteriza o grau de claridade da cor.

Entretanto, enquanto o *Sistema de Munssel* apresentava desvantagens ao quantificar a cor os sistemas tridimensionais não representavam perfeitamente as combinações de cores primárias, luminosidade e claridade (HUNTERLAB, 1991). Assim, em 1931, a Comissão Internacional de Iluminação (CIE – *Commission Internationale de L'Eclairage*) substitui as cores primária RGB por cores irrealis XYZ através da Função de Ajustamento de Cor (CFM – *Colour Matching Functions*). Todavia, sua aplicação prática foi limitada, pois não expressava a diferença entre as

cores de modo uniforme e perceptível (luminosidade, saturação e tonalidade) (BELCHER e HELMS, 2001).

Em 1942 surgiu o *Sistema Hunter Lab*, aplicado por Richard Hunter, sendo expressa por diferença de cores  $\Delta L$ ,  $\Delta a$ ,  $\Delta b$ , no intuito de aproximar os sólidos de cor dos valores triestímulos XYZ de CIE do sistema determinado por *Munsell* (HUNTERLAB, 1996). No entanto, em 1976, a CIE recomendou a escala CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , ou CIELAB, como escala padrão para comunicar e diferenciar as cores. Sendo o Sistema CIELAB o mais recomendado para a indústria da carne devido a maior ênfase de seus coeficientes para cor vermelha (HUNT et al, 1991.; HUNTERLAB, 1991.; MINOLTA, 1998).

Assim, as análises de cor são representadas pelas coordenadas de luminosidade ( $L^*$ ), vermelhidão ( $a^*$ ), palidez/amarelidez ( $b^*$ ), saturação ( $c^*$ ), tonalidade ( $h^*$ ) e cromaticidade ( $a^*/b^*$ ). Os valores de tonalidade ( $h^*$ ) distinguem as cores cromáticas das neutras (puras), indicando tendência amarelada em maiores valores e avermelhada em menores valores. Os valores de saturação ( $c^*$ ) indicam maior intensidade luminosa, representando maior saturação de vermelho para carne, enquanto que, cromaticidade ( $a^*/b^*$ ) indica variação de vermelhidão e palidez (HUNTERLAB, 2001).

Outros métodos instrumentais e mesmo suas combinações também tem sido utilizados para a classificação da carne em categoria de qualidade pela pesquisa e indústria, como, cor (luminosidade), refletância, medida de pH, capacidade de retenção de água (perdas por gotejamento e perdas por cocção), entre outras. Dentre essas combinações, as medidas de pH, luminosidade e CRA, tem sido a mais utilizada por se tratar de medidas práticas e confiáveis (JOO et al., 1995.; KAUFFMAN et al., 1993).

A avaliação da medida de pH pode ser indicativo de acompanhamento no processo de glicólise muscular *post-mortem*, estando correlacionada atributos importantes da carne, como CRA, cor e textura (van LAACK et al., 1996.; van LAACK et al., 1999). Embora o valor de pH<sub>45</sub> tenha se mostrado eficiente e com potencia de identificação pré-rigor da qualidade da carne, esse não é totalmente acurado (van LAACK et al., 2001). Apenas quando valores extremos ocorrem é que a qualidade final da carne pode ser estimada. A medida da cor é considerada um parâmetro chave na rotina de avaliação sensorial na indústria. Os valores de  $L^*$  (luminosidade) ou medidas de brilho, bem como a palidez da amostra podem ser

utilizados para predição da qualidade da carne final (van LAACK., 1994). Por fim, a medida de CRA está diretamente relacionada com a extensão da desnaturação protéica, sendo portanto, um indicativo especial de condição exsudativa das carnes PSE, SRE e carne ácida (van LAACK et al., 1999).

A avaliação do pH é feita por um par de eletrodos que medem o potencial elétrico existente entre eles e a amostra sendo relacionado com a concentração de íons em solução. As determinações podem ser realizadas por medição direta (mensuradas diretamente no músculo usando eletrodos de penetração), determinação pelo método Iodo Acetato segundo Bendall (1973), determinação em Água Deionizada segundo Solomon (1982), e determinação por métodos Óticos/Espectrofotométricos (sondas, probes de fibra ótica de resposta imediata).

A CRA está estabelecida na habilidade da carne em reter água na presença de forças externas, como corte, moagem e aquecimento. Segundo Lawrie (1991), 75% da carne é constituída por água, estando ligada ao teor de gordura que serve como um isolante térmico (LAWRIE, 2005), evitando a perda excessiva de água durante o cozimento sendo especialmente importante durante o consumo (MORENO et al., 2008.; ZEOLA et al., 2007;). De uma maneira geral a perda excessiva de água não é desejável ao consumidor, tampouco à indústria. Primeiro porque provoca perdas nas características sensoriais da carne, como a textura, a maciez, a coloração e a suculência, tornando-a pouco atrativa. Segundo porque as perdas de peso, palatabilidade e valor nutritivo constituem problemas graves para a indústria no que diz respeito ao rendimento e a qualidade dos produtos pós-processados.

Vários métodos foram desenvolvidos para determinação da CRA da carne, os quais podem ser agrupados em: sem aplicação de força (métodos gravimétricos, evaporação), com aplicação de força mecânica (centrifugação, absorção, livre e por pressão, em papel filtro e métodos capilares) e com aplicação de força térmica (cocção). Os métodos gravimétricos descritos por Honikel (1997 e 1998), a água avaliada constitui apenas ao meio extracelular, enquanto que, os métodos com aplicação de força mecânica por absorção (GRAU e HAMM, 1953.; GRAU E HAMM, 1957.; HAMM, 1986.; KAUFFMAN et al., 1986), ou centrifugação (BERTRAM et al., 2001.; HONIKEL E HAMM, 1994.; CHRISTENSEN, 2002), constitui água do meio intra e extra celular.

Considerando as distintas formas e mecanismos em que a água está presente no músculo, Hamm (1986) propôs quatro formas de mensuração da CRA separadas por perdas;

- Perdas por gotejamento (*drip loss*), determinada pela formação do exsudato sobre a carne sem a aplicação de força externa.

- Perdas por descongelamento (*thawing loss*), origina o exsudato sobre a carne congelada e descongelada sem aplicação de força.

- Perdas por cocção (*cooking loss*), fluidos liberados após aquecimento por cocção sem aplicação de força. Este pode ser determinado por exsudato (*exudative losses*) e avaporação (*evaporative losses*) por diferença de peso. Se somados as perdas por descongelamento determinam as perdas totais da carne (*total losses*).

- Sucos expressáveis (*expressible juices*) da carne descongelada e pós cocção mediante aplicação de forças externas por métodos de compressão, centrifugação ou sucção.

## 2.2. Processo Oxidativo

Para a indústria a aceitação pelo consumidor final e as características organolépticas, como cor, sabor e aparência, balizam os critérios qualitativos do produto final. Em carne *in'natura* e derivados, a concentração de ácidos graxos poli-insaturados tornam os produtos suscetíveis à oxidação lipídica (BREWER, 2011.; OLIVEIRA et al, 2012), acarretando problemas, não apenas em ordem de processamento e conservação, mas também como influência direta nas características físico-químicas e conseqüentemente em seus atributos qualitativos, como cor, sabor, maciez e CRA (OLIVEIRA et al, 2012).

Enquanto as reações microbiológicas e/ou enzimáticas podem ser inibidas com baixas temperaturas, a oxidação lipídica ocorre, ainda que em velocidade reduzida, na temperatura de congelamento. Contudo, este processo destrói as membranas intracelulares diminuindo a suculência e o valor nutricional do alimento (PIECADE, 2007). Neste sentido, a adição de antioxidantes constitui prática mais comum para aumentar a estabilidade dos lipídios (DECKER & XU, 1999).

A oxidação lipídica e do pigmento inicia-se após abate quando a ação antioxidante do tecido encontra-se limitada pela interrupção do fluxo sanguíneo. As alterações bioquímicas que acompanham a conversão do músculo em carne

oferecem condições favoráveis para que ocorra a oxidação, especialmente na fração mais insaturada da porção lipídica (LAGE, 2004). Estas reações geram produtos indesejáveis não somente pela produção de odores e sabores desagradáveis, mas também, pela destruição de constituintes essenciais, ocasionando o decréscimo do valor nutricional dos alimentos e a formação de compostos tóxicos durante o processamento (SOUZA, 2006). A oxidação do pigmento também podem oxidar o átomo de ferro ou desnaturar a molécula de mioglobina alterando negativamente a cor dos produtos cárneos (O'GRADY et al., 2000).

A oxidação dos lipídios inicia-se nas ligações insaturadas dos ácidos graxos, sendo constituída por um processo de reação em cadeia de três fases distintas: início, propagação e término.

A etapa de iniciação ocorre com a formação de radicais livres que abstraem um átomo de hidrogênio de um grupamento metila, deixando um elétron desemparelhado no carbono, gerando um radical alila. Na etapa de propagação o processo é autocatalítico ou aotoxidativo, no qual o radical alila origina o radical peroxila, que abstrai um átomo de hidrogênio do carbono  $\alpha$ -metileno de outro ácido graxo insaturado adjacente produzindo hidroperóxidos e outro radical alila retroalimentando a reação. Já a etapa de terminação é marcada pela interrupção das reações em cadeia, formando compostos estáveis oriundos da ligação dos radicais livres que é produto da redução da quantidade de ácidos graxos insaturados. Os produtos finais são derivados da decomposição dos hidroperóxidos, como álcoois, aldeído, cetonas, ésteres e outros hidrocarbonetos. Aldeídos e outros compostos voláteis formados conferem sabor e odor desagradáveis ao alimento afetando a qualidade do produto.

Os compostos voláteis da carne são responsáveis por caracterizar sabor ao produto. A concentração desses compostos, bem como seu perfil, varia de acordo com a diversidade das famílias botânicas presentes na dieta (MARIACA et al., 1997), ou de sua fonte de inclusão como suplemento. Devendo ser considerados efeitos sazonais, metabólicos e adição na dieta dos animais (CALDERÓN, 2006.; VASTA et al., 2012). A inclusão e/ou presença de taninos na dieta pode proporcionar efeitos benéficos ao metabolismo animal (FRUTOS et al., 2002; LOUVANDINI et al., 2011), com relevante melhoria na eficiência alimentar e impacto positivo no desempenho animal. Já os compostos dos tocoferóis apresentam ação antioxidante, atuando contra a ação de radicais livres (SADO et al., 2013) reduzindo a oxidação

lipídica, as perdas por gotejamento e proporcionando estabilidade da cor (LÓPEZ-BOTE et al., 2001).

### **2.3. Antioxidantes**

Embora os processos de conservação venham evoluindo, especialmente pela cadeia do frio e embalagens inteligentes, os produtos cárneos ficam expostos à deterioração de ordem intrínseca promovida por ações de enzimas, oxigênio existente no meio, temperatura e luminosidade (SHIMOKOMAKI et al., 2006). Os antioxidantes são compostos ou substâncias utilizadas para combater e retardar as alterações oxidativas, inibindo a formação ou interrompendo a propagação de radicais livres por um ou mais mecanismos de ação (NAWAR, 1996.; SHIMOKOMAKI et al., 2006).

Segundo Nawar (1996) os principais mecanismos de inibição oxidativas se dão por meio de;

1. Espécies necrófagas que iniciam a peroxidação
2. Metal quelante (íons) de modo que eles são incapazes de gerar espécies reativas ou decompor peróxidos lipídicos
3. Extinção de O<sub>2</sub> prevenindo a formação de peróxidos
4. Quebra da reação em cadeia autoxidativa
5. Redução das concentrações localizadas de O<sub>2</sub>.

Estas substâncias podem provir desde fontes comerciais até os mais exóticos compostos isolados naturalmente dos alimentos (ADEGOKE, 1998).

#### **2.3.1 Antioxidantes sintéticos**

A adição de antioxidantes sintéticos é uma ferramenta tecnológica utilizada em larga escala pela indústria devido ao menor custo e sua eficiente ação nos produtos cárneos. Segundo Oliveira (2012), os compostos antioxidantes mais utilizados na indústria são polifenóis de origem sintética, com destaque para: butil-hidroxi-anisol (BHA), butil-hidroxi-tolueno (BHT), terc-butil-hidroxiquinona (TBHQ) e propil galato (PG).

Entretanto, o emprego de antioxidantes sintéticos em alimentos tem sido relacionado a efeitos deletérios ao organismo humano. Estas tendências de

mercado e exigências de consumidores, especialmente no que diz respeito à segurança na utilização dos aditivos alimentares, incentivam a identificação de alternativas naturais. Por isso, desde a década de 1980, tem aumentado a preocupação no sentido de obter substâncias naturais que tenham função antioxidante com a mesma eficiência dos sintéticos (SOUZA, 2006).

### 2.3.2 Antioxidantes naturais

Os tecidos alimentares, por estarem sob constante estresse oxidativo, desenvolveram sistemas antioxidantes para controlar radicais (BREWER, 2011) catalisadores de oxidação lipídica, intermediários de oxidação e produtos de degradação secundária (NAKATANI, 2003.; AGATI et al, 2007.; BROWN e KELLY, 2007.; CHEN, 2008.; IACOPINI et al., 2008). Esses compostos antioxidantes incluem flavonoides, ácidos fenólicos, carotenoides e tocoferóis que podem inibir a oxidação induzida, eliminar os radicais livres e agir como redutores (KHANDUJA, 2003.; OZSOY et al, 2009).

Os antioxidantes naturais mais importantes pertencem ao grupo dos compostos fenólicos, que são definidos como substâncias que apresentam em sua estrutura um anel aromático com uma ou mais hidroxila. Dentre eles destacam-se os ácidos fenólicos, o tocoferol e os flavonoides (MELO & GUERRA, 2002). Podendo ser divididos, segundo Shan et al., (2005), em quatro grupos gerais:

1. Ácidos fenólicos (gálico, protocatechuico, cafeico e ácidos rosmarínicos);
2. Diterpenos fenólicos (carnosol e ácido carnósico);
3. Flavonóides (quercetina e catequina);
4. Óleos voláteis (eugenol, carvacrol, timol e mentol).

Estes compostos naturais com potencial antioxidante começaram a ser estudados ainda na década de 1950 com o uso de antigas especiarias, não somente para melhorar ou ressaltar suas características sensoriais, mas também para preservá-las (EXARCHOU et al., 2002). Atualmente a busca por produtos naturais com atividade antioxidante propõe a substituição dos sintéticos ou fazer associações entre eles, com intuito de diminuir sua utilização ou modificar as vias de inclusão e aproveitamento nos alimentos (SOARES, 2002).

A incorporação de antioxidantes dietéticos na criação animal pode representar uma via de aproveitamento de fontes naturais ao produto cárneo. Além de potencializar a produtividade na atividade pecuária, através da intensificação sustentável e baixo custo, podem promover alguns aspectos de qualidade de carne gerando benefícios diretos para a indústria e ao consumidor final em relação aos compostos sintéticos. Neste sentido, a utilização de compostos como taninos e tocoferóis vem sendo propostos como fonte natural antioxidante na dieta de ovinos para melhorias nos sistemas produtivos e na qualidade de carne (ANDRÉS et al, 2014.; GERREIRO et al, 2020.; LIMA JUNIOR et al, 2013.; LUCIANO et al., 2009).

### 2.3.3 Taninos

Os taninos são compostos fenólicos provenientes do metabolismo secundário das plantas (BUTLER et al, 1984), que se diferenciam pela capacidade de interagir e precipitar proteínas e outras macromoléculas a um pH neutro (CORDÃO et al, 2010.; SILANIKOVE et al, 2001). São amplamente distribuídos dentro do reino vegetal, especialmente em espécies dicotiledôneas, como as *Leguminosae*. Sendo encontrados principalmente nos vacúolos das plantas, só interferindo em seu metabolismo após lesão ou mastigação pelo processo de pastejo dos animais (CANNAS, 1999).

Possuem alto peso molecular, de 500 a 3000 Da (MANGAN, 1988) e são solúveis em solução polar. Seus múltiplos grupos hidroxilas permitem a sua complexação com proteínas, sendo considerados potentes inibidores enzimáticos (NACZK et al, 1994), em menor grau com polissacarídeos, íons metálicos, ácidos nucleicos, e minerais (MAKKAR, 2003.; FRUTOS et al, 2004),

Segundo Reed (1995), os taninos podem ser classificados em dois grupos de acordo com sua estrutura química: taninos hidrolisáveis e taninos condensados.

Os taninos hidrolisáveis são poliésteres de ácidos fenólicos (ácido gálico e ácido elágico) e apresentam um açúcar em sua estrutura central (MIN et al, 2003). São passíveis de hidrolise por ácidos, bases ou enzimas, por tanto, em ambiente ruminal. Já os taninos condensados, ou proantocianidinas, são complexos de oligômeros e polímeros de flavanóides (CORDÃO et al., 2010.; PATRA & SAXENA. 2010), sendo o grupo mais comum entre os taninos. O grupo flavonol apresenta catequinas (monômeros) com três radicais ou grupos substitutos, caracterizados por



H ou OH e capacidade de formar ligações com outras moléculas. Os taninos condensados não são susceptíveis à degradação por hidrólise em ambiente ruminal (CORDÃO et al., 2010.; MUELLER-HARVEY; McALLAN, 1992).

#### 2.3.3.1 Efeito dos taninos na qualidade de carne

Inicialmente os taninos podem causar efeitos adversos na nutrição de ruminantes, sendo eles dependentes da concentração, natureza, composição da dieta, espécie e estado fisiológico do animal (MAKKAR, 2003). O fato dos taninos se complexarem com proteínas dietéticas, polímeros e minerais, é a principal causa dos efeitos antinutricionais dos mesmos, pois esse fator pode retardar a digestão dessas frações (Mc SWEENEY et al., 2001). Por outro lado, a capacidade de limitar a degradação excessiva da proteína no rúmen pode proporcionar maior aporte proteico e absorção no intestino delgado (MIN et al., 2003.; MUETZEL E BECKER, 2006). Além de que, a população microbiana ruminal pode se adaptar aos taninos contornando seus efeitos antinutricionais (SMITH; ZOETENDAL e MACKIE, 2005).

A atividade antioxidante de um composto alimentar depende principalmente da disponibilidade de ser absorvido pelo trato gastrointestinal, ao passo que, sejam passíveis de modificações químicas no intestino. Este processo, especialmente no que se refere aos taninos condensados ainda não está bem elucidado. Contudo, estudos com humanos e ratos sugerem que os taninos condensados podem sofrer despolimerização e catabolismo para sucessiva absorção intestinal (ABIA e FRY, 2001.; DÉPREZ et al., 2000.; RIOS et al., 2003).

A utilização de plantas e extratos ricos em compostos secundários, ou mesmo a suplementação destes na dieta dos animais, tem representado uma forma eficiente e sustentável para com seu potencial antioxidante no produto cárneo (RICHEIMER et al., 1996.; CARVALHO et al., 2005). Sendo uma estratégia promissora para melhoria das características físico-químicas, estabilidade oxidativa da carne e conseqüentemente, seus atributos de qualidade.

Os efeitos dos polifenóis na dieta sobre a estabilidade oxidativa da carne merecem mais atenção para melhor entendimento sobre seus mecanismos de ação e as conseqüentes alterações nos atributos qualitativos. A capacidade de modificar a composição de ácidos graxos e o aumento dos níveis de enzimas nos tecidos são características de mecanismos ainda pouco conhecidos (LIU et al., 2016). Sendo

alguns efeitos, diretos ou indiretos, pouco elucidados e com variações em relação à fonte e concentração utilizada na alimentação dos animais (GUERRA-RIVAS, et al 2016.; LIU et al., 2016).

#### 2.3.4 Tocoferol

Tocoferol é um carotenóide solúvel em gordura, principal composto da vitamina E nas folhas das plantas. Está localizado no cloroplasto e nas membranas dos tilacóides nas proximidades dos fosfolipídios (ONIBI et al., 2000). Exerce um efeito protetor na desativação de espécies reativas de oxigênio derivadas da fotossíntese (especialmente O<sub>2</sub>). Evita a propagação da peroxidação lipídica pela eliminação de radicais peroxil lipídico e nas membranas tilacóides contra o extravasamento de material intracelular que comprometeria o funcionamento do organismo (BATISTA et al., 2007.; MUNNE-BOSCH, 2005), podendo também, inibir a oxidação de proteínas (ESTEVEZ e HEINONEN, 2010).

São antioxidantes pertencentes a um grupo composto por quatro distintos isômeros que se diferenciam pelo número e posição do grupo metila ligado ao anel fenólico. São ao todo oito compostos, todos lipossolúveis, conhecidos como, tocoferóis ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$ ) e tocotrienóis ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  e  $\delta$ ) (BATISTA et al., 2007).

Dentre todos os tocoferóis conhecidos o  $\alpha$ -tocoferol tem sido considerado como o mais ativo biologicamente, constituindo-se no principal antioxidante lipossolúvel naturalmente presente no músculo. Além de maior atividade biológica quando comparado aos demais, apresenta maior índice de absorção intestinal, maior deposição nos tecidos e menor excreção fecal, além de ser oxidado mais lentamente (DECKER & XU, 1999). Devido a sua natureza lipofílica possui a propriedade de acumular-se no interior das membranas, sendo transportado por lipoproteínas, essencialmente as de baixa densidade (LDL), armazenando-se em vários tecidos como no fígado, tecido adiposo e músculo (BIANCHINI & PENTEADO, 2003).

O status antioxidante muscular pode ser influenciado por diversos fatores, como, nutrição, estado fisiológico do animal, características ambientais, períodos de estresse e fonte e concentração alimentar e/ou suplementar (BALDI et al., 2019.; BEKHIT HOPKINS FAHRI e PONNAMPALAM, 2013). Sistemas pastoris são caracterizados por maior concentração e atividade antioxidante no músculo de

animais ruminantes quando comparados com dietas em base concentrada (DALEY et al. 2010; ZERVAS e TSIPLAKOU 2011; Van ELSWYK e McNEILLI, 2014). Portanto, em algumas situações de carência alimentar e sistemas produtivos recomenda-se a suplementação de vitamina E, a fim de primar pelo desempenho e qualidade de carne dos animais (PONNAMPALAM et al., 2012).

Portanto a inclusão de níveis supranutricionais de antioxidantes em alimentos suplementares, entre os quais a vitamina E sintética é o mais comumente empregado (VAGNI et al., 2011), representa uma estratégia útil para melhorar o status antioxidante muscular. Devendo sempre levar em consideração a ampla variação da concentração de  $\alpha$ -tocoferol e a fonte alimentar e/ou período de suplementação, bem como, categoria e peso do animal em questão (BELLÉS et al., 2019).

#### 2.3.4.1 Efeito do tocoferol na qualidade de carne

Entre os antioxidantes a vitamina E (acetato da dl- $\alpha$ -tocoferila) é o mais utilizado (FASSEAS et al., 2008). Sua inclusão na dieta controla efetivamente a oxidação de lipídios, estende a vida útil e limita a deterioração da cor da carne (ARNOLD et al., 1993.; FAUSTMAN e WANG, 200.; KERRY et al., 2000). Pode servir como via de inclusão para aumentar o conteúdo de  $\alpha$ -tocoferol nos tecidos (LEAL et al., 2018) e reduzir o efeito negativo das reações oxidativas na qualidade da carne de cordeiros.

A suplementação dietética com  $\alpha$ -tocoferol aumenta a incorporação do antioxidante na região da membrana fosfolipídica onde os ácidos graxos poliinsaturados estão localizados (BREWE, 2011), tendo importante atuação no *post-mortem* para retardar a deterioração oxidativa da carne. Também pode inibir a oxidação de proteínas reduzindo a formação de semialdeídos,  $\alpha$ -aminoalcoóis e  $\gamma$ -glutâmicos, a partir de proteínas miofibrilares oxidadas (ESTEVES e HEINONEM, 2010).

Em geral a vitamina E adicionada a sistemas alimentares à base de água usando um carreador de óleo tem como alvo a fração lipídica neutra (triacilgliceróis) em vez da fração lipídica polar (fosfolipídios) e não é um antioxidante eficaz. No entanto, quando adicionado usando um carreador polar pode ser incorporado na fração fosfolipídica com alto potencial antioxidante (WILLS et al., 2007). Por este

motivo é de suma importância considerar a fonte alimentar e concentração de vitamina E fornecida e/ou suplementada, pois esta, tem relação direta com a concentração de  $\alpha$ -tocoferol no tecido muscular, potencial antioxidante e seus efeitos nos atributos de qualidade de carne (BELLÉS et al., 2019).

A inclusão de  $\alpha$ -tocoferol em dietas de cordeiros e bovinos demonstrou ter efeitos significativos nas atividades antioxidantes de seus tecidos e na estabilidade de carne (BALDI et al., 2019.; LEONEL et al., 2019.; BOLER et al.; 2009 ; LAHUCHY et al., 2010). Em sua revisão Daley (2010) demonstra que a concentração de  $\alpha$ -tocoferol encontrado no músculo de bovinos varia conforme a dieta base dos animais. Os resultados variam entre 0,75 e 2,92  $\mu\text{g/g}$  de músculo para bovinos alimentados com grãos e 2,1 à 7,73  $\mu\text{g/g}$  no tecido dos animais submetidos a dietas forrageiras (YANG et al., 2002.; INSANI et al., 2007). Já em cordeiros alimentados com grãos sob suplementação em nível moderado e supranutricional de vitamina E ou dieta a base de feno de alfafa (luzerna), Baldi et al (2019) encontrou variações entre 2,53 e 5,06 g/kg de  $\alpha$ -tocoferol no músculo em animais com alimentação concentrada e 3,43 g/kg em animais alimentados a base de feno.

### 2.3.5 Efeito sinérgico entre taninos e $\alpha$ -tocoferol

A administração de antioxidantes nos animais *in vivo* pode tornar o processo de incorporação nas membranas celulares mais eficiente, melhorando os efeitos no produto cárneo (DESCALZO e SANCHO, 2008a). Contudo, os mecanismos de ação e/ou efeitos indiretos dos compostos fenólicos, especialmente em relação a sua absorção no intestino dos animais, ainda são pouco conhecidos. Assim como a vitamina E, mesmo em altos níveis, pode ser ineficaz como antioxidantes em animais com dietas ricas em ácidos graxos poli-insaturados (GLADINE et al., 2007). Sua atividade antioxidante pode variar dependendo a fonte alimentar, nível e forma de inclusão na dieta ou mesmo temperatura, sendo inativada a partir de 110° C.

A combinação de antioxidantes pode aumentar sua eficácia mediando à atividade antioxidante dos compostos fenólicos no trato gastrointestinal e favorecendo a incorporação da vitamina E na fração fosfolipídica da membrana. Este efeito sinérgico pode facilitar quelar metais pró-oxidantes, eliminar espécies reativas de oxigênio e cloro, reduzir a produção de peróxidos lipídicos e compostos tóxicos

(HALLIWELL; RAFTER; JENNER, 2005). Segundo Uri (1961), os aceptores de radicais livres mistos envolvendo dois antioxidantes propõe uma reação de redução do radical peroxi (consumo), enquanto que, o segundo regenera o primeiro, poupando o mesmo através do efeito sinérgico entre os dois. Desta forma, diminuiria o efeito da redução oxidativa da vitamina E promovendo maior retenção do  $\alpha$ -tocoferol no músculo.

Uma mistura de antioxidantes parece ter um desempenho melhor do que antioxidantes individuais. Trabalhando com bovinos alimentados com dietas ricas em ácidos graxos poliinsaturados, Gobert et al (2010) verificaram que a combinação de vitamina E e extratos ricos em polifenóis foi mais eficiente do que a vitamina E sozinha, melhorando a estabilidade lipídica da carne. Em carne suína (HAAK et al., 2008) e mesmo contra a oxidação lipídica em plasma de vacas leiteira (GOBERT et al., 2009) estas combinações tiveram os mesmos resultados.

No entanto, devido à variação de compostos e fontes alimentares os efeitos sinérgicos ainda são pouco conhecidos e seus mecanismos de ação podem ser contraditórios. Alguns trabalhos sugerem que adicionar  $\alpha$ -tocoferol ao alecrim pode ter um efeito antagônico (HRA et al., 2000) ou um efeito sinérgico (AOKI e WADA, 2003). Isso pode indicar que há componentes no alecrim além do ácido rosmarínico que contribuem substancialmente para a capacidade antioxidante do extrato. Também pode ser uma função de solubilidade das frações do alecrim usadas em comparação com a do  $\alpha$ -tocoferol no que diz respeito ao sistema alimentar ao qual está sendo adicionado.

Este tipo de associação foi pouco estudada, especialmente em carne de animais ruminantes, e seus efeitos merecem maior atenção. Portanto, os mecanismos sobre a interação entre taninos e a vitamina E no músculo necessitam de mais estudos com maior detalhamento. De forma que proporcione melhor esclarecimento sobre os efeitos das diferentes fontes alimentares, concentração na dieta e no músculo dos animais, bem como, seu potencial antioxidante e consequentes resultados nos atributos de qualidade de carne.

#### **2.4. Fontes energéticas**

A produção de carne ovina no Brasil e no mundo apresenta grande potencial de expansão, sustentada pela alta demanda no mercado doméstico e pela limitada

oferta no mercado internacional. O crescimento no consumo em base *per capita* pode representar 6% do incremento no aumento do consumo de carnes nos próximos anos (OCDE-FAO, 2020). Para o mercado interno observa-se uma demanda crescente no consumo de carne ovina, principalmente nos grandes centros urbanos onde a oferta não é suficiente (VIEIRA et al., 2010).

No Brasil os sistemas de produção pecuários são conhecidos por se constituírem em base pastoril, especialmente no estado do Rio Grande do Sul. Contudo, fatores como o desenvolvimento das áreas de agricultura, situações de carência de alimentos volumosos, tanto em qualidade quanto em quantidade, marginalização de áreas destinadas à pecuária, bem como, tempo e velocidade de retorno de dividendos, tem incentivado os produtores a intensificação produtiva com uso de confinamentos e dietas concentradas. Sistema este que pode facilitar o manejo alimentar dos animais, além de proporcionar maior ganho de peso e velocidade de acabamento de carcaça aos animais com agregação de valor ao produto final (VECHIATO e ORTOLANI, 2008).

O nível energético da dieta fornecida aos animais, bem como, sua funcionalidade em detrimento de suas características físico-químicas são determinantes para o desempenho produtivo. Este manejo alimentar em regime de confinamento permite maior controle do consumo e desempenho animal, inclusive, facilitando o entendimento dos efeitos da dieta e seus compostos nas características de qualidade de carne. Esta diversidade alimentar nas diferentes fases de crescimento animal determinam variações no desenvolvimento corporal e nas características de qualidade de carne (OLIVEIRA, 2017).

O grão concentrado de milho é a principal fonte energética utilizada na alimentação animal, inclusive gerando competição ao consumo humano. Sendo muito utilizado na terminação de ovinos por se tratar de uma fonte rica em amido (LIU; JH, et al., 2014.; YAHAGHI, M et al., 2012). Por este motivo as flutuações de preços no mercado internacional exercem efeitos diretos na rentabilidade dos sistemas produtivos e altos custos na alimentação animal. Neste sentido, deve-se considerar a produção excedente de grãos ou outros ingredientes disponíveis como alternativas alimentares e fontes energéticas na nutrição animal.

A rentabilidade da atividade pecuária baseia-se principalmente na redução dos custos de produção. Nos quais as despesas com a alimentação podem representar uma parcela significativa dos custos do sistema. Não apenas pelo valor

in'situ do alimento mas também com os custos de importação de outras regiões do país ou mesmo do exterior, logística, qualidade e disponibilidade do alimento em questão (RAMOS et al., 2006). O que gera uma série de propostas a substituição do grão de milho por alimentos alternativos que funcionem como substitutos energéticos, de forma a reduzir os custos sem interferir, ou com mínima interferência, no desempenho produtivo e aspectos de qualidade de carne (GOMES et al., 2012.; FRUET et al., 2016) .

O arroz é um dos cereais mais produzidos no mundo, utilizado principalmente na alimentação humana. Sendo que no Brasil o Estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor. O alto volume de produção local proporciona uma fonte alternativa para nutrição animal através de seus subprodutos (farelo de arroz integral, farelo de arroz desengordurado, quirera e óleo de arroz), de maior disponibilidade e que podem ser utilizados nos sistemas de terminação de ovinos (LIMA et al., 2000.; RECH et al., 2008).

Contudo, a fonte e o nível energético das dietas influenciam, não apenas os aspectos produtivos (BHATT et al., 2013), mas também as características físico-químicas de carne (LUCIANO et al., 2012, TANSAWAT et al., 2013). Estas informações dos sistemas alimentares dos animais que geram os produtos cárneos e derivados é uma exigência crescente dos consumidores, da indústria, e em especial por parte dos países importadores (PRACHE et al, 2007). Podendo interferir nas principais características físico-químicas e organolépticas de carne, como cor, maciez e suculência.

Estes parâmetros de inter-relações da composição da dieta animal e seus compostos funcionais com as características físico-químicas do produto final são essenciais para o processo de desenvolvimento da cadeia da carne ovina, gerando conhecimento através da pesquisa para com a aplicação dos sistemas produtivos e resultados na indústria. Em geral a alimentação rica em concentrados produz carne com maior teor de gordura (LEÃO, 2011), podendo aumentar a suculência e a maciez da mesma variando a composição em ácidos graxos (CIRIA e ASENJO, 2000.; SACCOL, 2015).

#### 2.4.1 Milho (*Zea mays*)

O milho é produzido em quase todos os continentes, sendo sua importância econômica caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vão desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia. Cerca de 70% da produção mundial de milho é destinada à alimentação animal, com projeções de crescimento para o setor de biocombustíveis e para consumo alimentar humano (OECD-FAO, 2021). Em termos gerais apenas 15% de toda a produção mundial destina-se ao consumo humano, de forma direta ou indireta. Com perspectiva crescente de até 23 mil toneladas no consumo *per capita* global devido ao aumento populacional nos próximos oito anos (OECD-FAO, 2021).

O Brasil é o terceiro maior produtor e segundo maior exportador mundial conforme CONAB (2021), produzindo 103 milhões de toneladas na soma das últimas duas safras para o ano corrente (IBGE, 2021). Com uma área a ser colhida de 19,2 milhões de hectares e um rendimento médio de 5367 kg/ha, a produção brasileira de milho vem dependendo cada vez mais da produção de 2ª safra, que cresce à medida que a tecnologia de produção avança no campo. As perspectivas produtivas conforme IBGE (2021), a 1ª safra deve participar com 24,7% da produção brasileira de 2021 e a segunda com 75,3%.

No entanto, a planta de milho é caracterizada por alta exigência hídrica e nutricional para que desempenhe altas produtividades, elevando muitas vezes os custos de produção. Quando considerado os efeitos climáticos e a demanda do produto em relação ao estoque e produção temos uma equação regulatória de preços que afetam diretamente os sistemas de produção animal. Causando grande variação de preço ao longo do ano, haja vista, sua crescente utilização na alimentação humana e nas dietas de aves e suínos (YOUNG e PELLETT, 1994).

Em anos atípicos como 2020/2021, com atraso das chuvas interferindo no planejamento das lavouras na primeira safra e os danos causados pela seca, adicionados pela ocorrência de geadas na segunda safra, ocasionaram uma redução de 15,5% na produção e 25,7% na produtividade em relação à safra 2019/20 de milho no país (CONAB, 2021). Somando-se a quebra de até 14 milhões de toneladas na última safra dos EUA, maior produtor do grão (GUTH, 2019). Bem como a crescente demanda chinesa frente ao mercado internacional, e os efeitos da crise pandêmica pelo SARS-COV-2, elevaram a competição e os preços do produto no mundo inteiro.



Para a composição da fração energética da dieta concentrada para animais em confinamento a principal fonte alimentar utilizada é o milho. O grão apresenta em sua composição média em base seca; 72% de amido, 9,5% de proteínas, 9% de fibra (a maioria resíduo detergente neutro) e 4% de óleo (TOSELLO, 1987). O grão de milho é formado por quatro principais estruturas físicas: endosperma, gérmen, pericarpo (casca) e ponta, as quais diferem em composição química e também na organização dentro do grão.

O gérmen é a parte vegetativa representando 11% do grão de milho, concentra quase a totalidade dos lipídeos (óleo e vitamina E) (83%) e dos minerais (78%) do grão, além de conter quantidades importantes de proteínas (26%) e açúcares (70%) (PAES e BICUDO, 1995). Suas frações remanescentes podem ser processadas e utilizadas como ingredientes na dieta animal. Essa fração retem as proteínas do tipo albuminas, globulinas e glutelinas, que diferem significativamente em composição e organização molecular daquelas encontradas no endosperma, diferindo em qualidade nutricional e propriedades tecnológicas (SHOTWELL AND LARKINS, 1989). Os minerais que somam de 3 a 6% estão concentrados no gérmen (78%), embora estejam também presentes na última camada do endosperma (aleurona) (PAES, 2006).

O pericarpo representa em média 5% do grão, sendo a estrutura que protege as outras estruturas do grão da elevada umidade do ambiente, insetos e microrganismos. As camadas de células que compõem essa fração são constituídas de polissacarídeos do tipo hemicelulose (67%) e celulose (23%), embora também contenha lignina (0.1%) (PAES, 2006). E a ponta é a menor estrutura, 2% do grão, e é responsável pela conexão do grão ao sabugo, sendo a única área do grão não coberta pelo pericarpo (PAES, 2006). Sua composição é essencialmente de material lignocelulósico.

O endosperma representa aproximadamente 83% do peso seco do grão, consistindo principalmente de amido (88%), organizado na forma de grânulos e proteínas de reserva (8%) do tipo prolaminas, chamadas *zeínas* (PAES e BICUDO, 1995). Essas proteínas formam os corpos protéicos que compõem a matriz que envolve os grânulos de amido dentro das células no endosperma. É também onde estão presentes os carotenóides, substâncias lipídicas que conferem a cor aos grãos de milho, como, Zeaxantina, luteína, betacriptoxantina (YOUNG e PELLETT, 1994).

Com base na distribuição dos grânulos de amido e da matriz de proteína o endosperma é classificado em dois tipos: farináceo e vítreo. Segundo Paes (2006) esta denominação está relacionada com a disposição dos grânulos de amido, sendo ou não circundado por matriz proteica, determinando também o aspecto do endosperma sujeito a luz. Essa propriedade tem sido aplicada para a identificação de materiais duros e farináceos, embora a vitreosidade e a dureza sejam distintas propriedades (TOSSELO, 1987.; PAES e BICUDO, 1995).

A obtenção de grãos de alta qualidade depende de diversos fatores, como: características da espécie e da variedade, condições ambientais durante o seu desenvolvimento, época e procedimento de colheita, método de secagem e práticas de armazenagem (BROOKER et al., 1992). Apesar de toda a capacidade produtiva do Brasil as exigências dos mercados nacional e internacional quanto à qualidade dos grãos é preocupação primordial, fazendo com que as práticas adotadas da colheita ao armazenamento sejam cada vez mais adequadas (ALVES, 2001).

Baseadas nas características do grão existem cinco classes ou tipos de milho: dentado, duro, farináceo, pipoca e doce. A maioria do milho comercial produzido nacionalmente é do tipo duro ou “flint”, enquanto que nos países de clima temperado a predominância é do tipo dentado. Milhos duros diferem dos milhos farináceos e dentados na relação de endosperma vítreo: endosperma farináceo (PAES e BICUDO, 1995).

O milho não possui apenas aplicação alimentícia, ao contrário, os usos dos seus derivados estendem-se às indústrias química, farmacêutica, de papéis, têxtil, entre outras de aplicação ainda mais nobres. Em decorrência da alta competição, especialmente para fins produtivos, a flutuação de preços é alta levando os sistemas de produção a buscarem fontes alternativas de produtos e subprodutos em substituição na composição energética da dieta animal. Estas fontes alternativas e de propícia disponibilidade para alimentação energética vem sendo testadas e incrementadas para enriquecer a qualidade da dieta-base.

#### 2.4.2 Arroz (*Oryza sativa*)

O arroz é amplamente cultivado em todo mundo e pouco comercializado em relação a outros cereais. A maior parte da produção global de mais de 494 mil/ton/métricas - beneficiadas (USDA, 2019), está localizada no continente Asiático,

mais da metade concentrada na China e na Índia. O consumo humano direto corresponde ao principal direcionamento do grão, estimado em 152,2 kg/*per capita* mundial, o qual está representado pelos continentes Asiático e Africano em 68,7% e apenas 31,3% para as Américas e Europa no período 2017/2019 (OECD-FAO, 2021). Com uma demanda ainda crescente, principalmente nos países em desenvolvimento das regiões Asiáticas e Africanas.

No Brasil, apesar de menor escala, a logística de mercado não é diferente. Na última safra 2020, o consumo interno brasileiro correspondeu a 92,3% da produção nacional, seguido de 11,1% destinada à exportação e apenas 9,4% de importação em relação à produção nacional do grão segundo CONAB (2021). Com uma área plantada de 1,7 milhão/ha e média de produtividade de mais de 7000 kg/ha segundo (CONAB, 2021) a produção nacional foi de 11,1 milhões de toneladas, representada em mais de 70% pelo estado do Rio Grande do Sul com 7,7 milhões de toneladas produzidas na última safra 2020/2021 (IBGE, 2021). Demonstrando assim a importância da região sul do país na produção e comercialização do grão, que tem em sua maior demanda o consumo interno nacional para fins de alimentação humana.

O grão é caracterizado por ser uma excelente fonte de energia devido à alta concentração de amido. É composto por quatro frações, sendo a casca correspondente a 20% do peso do grão, a película de 7 a 8%, o germe de 2 a 3% e o endosperma de 70 a 72% (JU e VALI, 2005). Com teor de proteína bruta (PB) entre 6,7 e 8,3%, gordura (EE) entre 2,1 e 2,5%, fibra bruta (FB) entre 8,4 e 12,1%, cinzas (CZ) entre 3,4 e 6%, amido entre 62,1 e 67% e nutrientes digestíveis totais (NDT) em torno de 67% na composição do arroz com casca (POMERANZ e ORY, 1982). O endosperma é uma excelente fonte de carboidratos complexos representados principalmente pelo amido, que se encontra presente na forma de amilose e amilopectina (DORS et al., 2009).

Devido ao alto consumo do grão na dieta humana, suas características, bem como, seu beneficiamento são de extrema importância para saúde do consumidor. Este cenário da indústria do arroz nacional, principalmente na região Sul do país, proporciona altos volumes de subprodutos que servem de fonte alternativa para nutrição animal (farelo de arroz integral, farelo de arroz desengordurado, quirera e óleo de arroz). Possibilitando desta forma, maior disponibilidade e viabilidade para

os sistemas de produção local e em sistemas de terminação e/ou confinamento de ovinos.

#### 2.4.2 Farelo de arroz integral (FAI)

A indústria brasileira tem propiciado crescentes sobras de resíduos “in natura” ou após algum beneficiamento, os quais podem contribuir como parcela expressiva na alimentação dos ruminantes. A indústria do arroz no Estado do Rio Grande do Sul, representou mais de 70% da produção nacional do grão no país na última safra (IBGE, 2021), tendo no farelo de arroz um dos seus principais subprodutos. O uso estratégico do grão e de seus subprodutos podem ser explorados para eliminar as deficiências nutricionais e reduzir as variações estacionais em sistemas de produção de cordeiros.

O farelo de arroz é um sub-produto oriundo do beneficiamento do grão de arroz descascado, que pode ser integral ou desengordurado dependendo da fase e do processo utilizado. Primeiramente o processo se inicia pelo polimento por abrasão com eliminação da camada externa do grão, que da origem ao arroz branco e ao farelo de arroz integral (branco ou parboilizado). Do farelo de arroz integral é possível à extração do óleo por compactação e posteriormente extração por solvente para remoção total do óleo, dando origem ao farelo desengordurado.

Este processo de descasque e classificação do grão, em geral, é realizado por um sistema de peneiras que tem em média uma efetividade de 90%. Os 10% restantes de grãos retornam ao processo inicial, e deste, se origina aproximadamente 8% de farelo de arroz em relação ao total inicial de beneficiamento (NITZKE & BIEDRZYCKI, 2007). O que representaria uma média aproximada entre 60 e 90 mil toneladas de farelo de arroz disponíveis em relação a última safra 2020/21 no Estado do Rio Grande do Sul.

Segundo Gonçalves (2001), o farelo de arroz apresenta ótimo potencial produtivo em suas frações energética, proteica e mineral. Todavia, a composição do valor bromatológico e energético vai depender, entre outras variantes, desde fatores climáticos, regionais, e especialmente do grau de beneficiamento (NICOLAIEWSKY e PRATES, 1984). Estas perdas no processo de beneficiamento podem ser tanto proteicas como de vitaminas hidrossolúveis, minerais, lipídicas e fibrosas, gerando

maior concentração de nutrientes, principalmente proteica, no FAI em relação às demais porções do grão (CONNOR, 1976).

O FAI apresenta um valor de nutrientes digestíveis totais (NDT) de 70% e alto teor de amido, em torno de 25% (BELYEA, et al., 1989). A concentração protéica é elevada, podendo variar entre 10 e 16% (AREGHEORE, 2000) com limitações nos aminoácidos lisina, treonina (JULIANO, 1972) e ácido glutâmico (TECSON et al., 1971). Os teores de fibra podem variar conforme a quantidade de casca incorporada ao FAI, sendo encontrados níveis de fibra em detergente neutro (FDN) de 21,4 até 24,6%, fibra em detergente ácido (FDA) de 13%, lignina em detergente ácido 4,2%, 7,1% de celulose, 11, 6% de hemicelulose e até 13% de lignina total (FORSTER et al., 1993).

Quanto ao teor de gordura (EE) relativamente alto, pode variar de 15 a 23%, com maior proporção de ácidos graxos insaturados (SAUNDERS, 1990). Sendo em média 36% de ácidos graxos poli-insaturados, 41% de monoinsaturados e 19% de ácidos graxos saturados, resultando em uma relação de 4:05 entre ácido graxo insaturado para saturado (KAUFMANN e SAELZER, 1976). Os quais são predominantes os triglicerídeos como, ácido oléico 42% (37,1 a 52,8%), o linoléico 39% (27 a 40,7%) e o palmítico 16% (12,3 a 20,5%) (WARREN e FARREL, 1990). Estes podem ser responsáveis pelo processo de rancificação, com a ativação da enzima lipase, podendo prejudicar o valor nutricional do produto (TOROSA e BARBER, 1979.; LEDUR, 2011).

A composição mineral, em geral, é extremamente rica e variável, de acordo com as variedades agrônômicas, condições de cultivo e processamento. Apresentando teores de cinzas elevados que podem variar de 11% a 14% (FORSTER et al., 1993). Dos elementos que compõem a fração mineral do farelo de arroz estão o fósforo (1,43 a 2,87%), o zinco (44 a 80 mg/kg), o cobre (10-20 mg/kg), o ferro (38 a 530 mg/kg), o magnésio (0,607 a 1,230%) e o manganês (110 a 877 mg/kg) com elevadas concentrações (WARREN e FARREL, 1990.; TORIN, 1996). No entanto, o percentual de cálcio (0,014 a 0,131%), sódio (0-0,029%) e potássio (1,36 a 2,39), são relativamente baixos, originando relações de cálcio: fósforo na ordem de 1:10 (SAUNDERS, 1990). O que pode gerar problemas metabólicos e limitar o desempenho animal dependendo da concentração e/ou se não for corrigido na dieta (BOHNERT e CURTO, 1999).

Entretanto, uma boa fonte de alimentação não depende apenas do seu valor nutricional, mas também da sua viabilidade econômica em relação ao custo de produção do sistema e/ou ao alimento que objetiva substituir (RESTLE, et al., 2006). Ou seja, ainda que se trate de um subproduto de alto valor nutricional o mesmo deve, não apenas apresentar menor valor econômico para aquisição, como também manter uma relação quantitativa que viabilize sua parcela de substituição em relação ao grão de milho como principal fonte energética na dieta animal. Neste sentido, Gonçalves (2001) descreve que o farelo de arroz costumava manter uma média histórica 50% inferior em relação ao preço do grão de milho no Estado, proporção que diminuiu para 20% no início dos anos 2000. Demonstrando que a tomada de decisão deve sempre levar em consideração os preços e qualidade dos produtos no momento da aquisição e os níveis de inclusão para substituição de um produto em detrimento de outro.

O nível de inclusão do FAI, bem como seu valor bromatológico, também pode interferir no metabolismo, aceitação e conseqüente desempenho dos animais, em especial, por conseqüência do alto teor e composição lipídica do produto. De forma que os ácidos graxos saturados podem inibir a fermentação ruminal com menos intensidade do que os insaturados, os ácidos graxos livres também têm maior efeito prejudicial sobre a atividade microbiana do que os triglicerídios (CHALUPA et al.; 1986). Considerando que os valores de gordura não excedam de 5 a 10% da matéria seca total da dieta ou nível de gordura insaturada suplementar não ultrapasse 3% da matéria seca da dieta. (SANCHEZ e GONÇALVES., 1995.; BOHNERT e CURTO., 1999).

Segundo Ohajuruka et al (1991) quando os níveis de inclusão de farelo de arroz são inferiores a 5% da matéria seca da dieta total o feito é pouco ou nulo sobre a digestibilidade da fibra. Mesmo a má aceitação dos animais por baixa palatabilidade também pode causar perdas no desempenho devido à textura e grau de finura do produto na dieta (CONTREAS, 1978).

Em especial, o nível de substituição na dieta dos animais visa menor custo de produção com o mínimo de influência tando no desempenho produtivo quanto nas características e qualidade de carne. Com excessão dos casos em que se deseja imprimir características específicas, o mesmo deve conservar as características intrínsecas de origem do produto final. Neste sentido, o nível energético da dieta concentrada, principalmente de animais confinados, podem imprimir características

específicas nos atributos de qualidade de carcaça e carne, na composição lipídica e atributos sensoriais (SACCOL, 2015.; SAN VITO et al., 2015.; FRUET et al., 2016).

A utilização de subprodutos em substituição aos alimentos energéticos e proteicos convencionais (milho e soja) na dieta dos animais tem movimentado a indústria e a pesquisa nas últimas décadas. Este fato se deve a fatores de viabilidade econômica, sustentabilidade e características de qualidade das proteínas de origem animal geradas por estes sistemas, seja em grande escala ou para agregação de valor no produto final. Desta forma, a inclusão do FAI como fonte energética para dieta de ovinos demonstra resultados promissores nos sistemas de produção de carne. Merecendo maiores detalhamentos quanto aos efeitos nos atributos de qualidade de carne, conforme os níveis de inclusão do FAI em detrimento do grão de milho na dieta de cordeiros confinados.

### 3. HIPÓTESES E OBJETIVOS

As hipóteses deste estudo foram separadas em dois capítulos distintos:

CAPÍTULO II - A suplementação com compostos antioxidantes (taninos condensados,  $\alpha$ -tocoferol e sua combinação) na alimentação de cordeiros tem efeito nas características físico-químicas de carne.

CAPÍTULO III – O uso de farelo de arroz integral como fonte energética em substituição ao milho, em dieta de cordeiros confinados pode ser utilizada sem causar alterações indesejáveis nas características físico-químicas da qualidade da carne.

O objetivo geral do estudo foi: Avaliar a influência do potencial antioxidante do tanino condensado e/ou tocoferol, bem como, a substituição de farelo de arroz integral pelo milho, como fonte energética, na dieta de cordeiros confinados em terminação sob as características físico-químicas da carne.

Objetivos específicos:

- 1) Avaliar as características físico-químicas da carne de cordeiros alimentados com antioxidantes (taninos e  $\alpha$ -tocoferol, e sua combinação) em relação aos seus atributos qualitativos.
- 2) Avaliar o efeito da substituição do milho por farelo de arroz integral ao nível de 13% como fonte energética na dieta de cordeiros confinados em terminação sob as características físico-químicas de carne.



**CAPÍTULO II - Efeito da suplementação de tanino condensado e/ou tocoferol  
sob as características físico-químicas da carne de cordeiros confinados**

**Artigo elaborado de acordo com as normas da Revista Meat Science**

### **Efeito da suplementação de tanino condensado e/ou tocoferol sob as características físico-químicas da carne de cordeiros confinados<sup>3</sup>**

RESUMO: Foi avaliado o efeito da inclusão na dieta do  $\alpha$ -tocoferol, o extrato taninífero de Acácia negra (*Acacia mearnsii*) e a associação dos mesmos, sob as características físico-químicas de carne de cordeiros. Quarenta cordeiros foram distribuídos em quatro tratamentos distintos (n=10), alimentados por 62 dias em confinamento com diferentes dietas: 1) mistura com milho, farelo de soja e casca de soja conforme a recomendação do NRC (2007) para 200g/dia de peso vivo (dieta controle (CT)); 2) dieta controle com, 400 mg/kg de MS de  $\alpha$ -tocoferol (TOC); 3) extrato tanífero de acácia negra (TAN, 40 g/kg de MS), ou mesmo, tanino+tocoferol (TT, 40 g/kg de MS); 4) dieta controle com  $\alpha$ -tocoferol e extrato tanífero (TT 400 mg/kg de MS; 40 g/kg de MS, respectivamente). As variáveis de composição centesimal, pH, capacidade de retenção de água e comprimento de sarcômero, não demonstraram efeito ( $P>0,05$ ) no músculo *Longissimus thoracis et lumborum* quanto a suplementação com compostos antioxidantes. A suplementação com TOC aumentou ( $P<0,05$ ) as perdas ao descongelamento e reduziu as perdas por evaporação, que foram maiores para o grupo controle CT. Os animais do grupo TOC, também apresentaram carne mais escura, com menor ( $P<0,05$ ) valor de  $a^*$  (vermelho/vivo) em relação aos demais tratamentos. A suplementação com compostos antioxidantes (TAN, TOC, TT) também interferiu ( $P<0,05$ ) negativamente nos atributos para maciez de carne, apresentando maiores valores, tanto para força de cisalhamento (WBSF) quanto para as variáveis do perfil de textura (dureza, flexibilidade, coesividade e mastigabilidade), em relação ao grupo controle (CT).

Palavras-chave: Potencial antioxidante, tanino, tocoferol, qualidade de carne, ovinos, cor, maciez.

---

<sup>3</sup>Este capítulo é apresentado conforme as normas de publicação da revista *Meat Science*  
Fator de impacto: 3.644  
Site: <https://www.journals.elsevier.com/meat-science>

## INTRODUÇÃO

A produção ovina vem demonstrando grande projeção de crescimento com incremento significativo no consumo global de carnes para a década de 2020 (OCDE-FAO, 2020). Esta tendência acompanha uma crescente exigência nos atributos de qualidade com foco na valorização e na saúde do consumidor final (Sañudo, 2008). Uma vez que proteínas de origem animal, como a carne ovina, são alimentos ricos e diversificados em ácidos graxos, podem ser suscetíveis a oxidação lipídica (Guerrero et al., 2013) e por este motivo a adição de compostos antioxidantes a dieta dos animais e seus efeitos na qualidade de carne tem sido proposta como forma alternativa a utilização de forma exógena ao produto cárneo (Mitsumoto et al., 1991; Faustman, Chan, Schaefer, & Havens., 1998; Luciano et al., 2008; Andrés et al., 2014; Guerreiro et al., 2020).

Os compostos bioativos com efeitos antioxidantes, como taninos e tocoferol, estão presentes em vários recursos alimentares usados para alimentação de ruminantes. Os taninos são oligômeros e polímeros de (epi) catequina ou (epi) galocatequina com graus amplamente variados de polimerização (Manach & Donovan, 2004). Vasta, Pennisi et al (2007) demonstram que os taninos tem potencial para modificar a composição dos ácidos graxos da carne podendo afetar indiretamente sua susceptibilidade aos processos de oxidação. Tocoferol é um carotenóide solúvel em gordura, principal composto da vitamina E nas folhas das plantas. É conhecido por garantir o desempenho adequado e melhorar a cor da carne de animais ruminantes. (Liu Lanari & Schaefer 1995).

Dos fatores primários que afetam a aceitabilidade do produto pelo consumidor a maciez da carne é certamente o mais citado (Shimokomaki, 1973; Sañudo & Sierra, 1986; Purslow, 2004; Nishimura, 2009), sendo o principal constituinte da satisfação do consumidor, além de influenciar diretamente o preço dos cortes (Andrade et al., 2010). Dos atributos sensoriais, a cor e aparência são primordiais para carne fresca (Sañudo et al., 2013), especialmente por estabelecer critérios de avaliação da qualidade determinando a decisão no ato da compra (Renerre, 2004.; Mancini & Hunt, 2005.; Cruz; Santos; Azevedo e Silva, 2016).

Em geral os estudos envolvendo a inclusão de compostos bioativos com efeito antioxidante na dieta de ovinos, como o  $\alpha$ -tocoferol e taninos condensados,

têm sido amplamente focados nos resultados ao longo do processo de vida de prateleira do produto (Francisco et al., 2014.; Leal et al., 2020), especialmente na estabilidade de cor e perfil de ácidos graxos (Luciano et al., 2008.; Baldi et al., 2018). Contudo, pouco se conhece dos efeitos diretos nas características físico-químicas e seus atributos primários como cor, maciez e suculência para carne fresca.

Os efeitos e mecanismos diretos e indiretos pelo qual a suplementação dietética de cordeiros com  $\alpha$ -tocoferol e tanino condensado exercem nos seus atributos de qualidade ainda são pouco elucidados. Objetivou-se com o presente estudo avaliar os efeitos da suplementação com  $\alpha$ -tocoferol e extrato tanífero de Acácia negra (*Acacia mearnsii*) e a associação desses dois antioxidantes na dieta de cordeiros sobre as características físico-químicas da carne.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O confinamento foi desenvolvido na área experimental da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), localizado no município de Dom Pedrito, região fisiogeográfica denominada Campanha Meridional, com altitude de 131 metros, latitude de 30° 58' 54" Sul e longitude de 54° 40' 39" Oeste, durante o período de 27 de dezembro de 2019 a 11 de março de 2020. As análises de qualidade de carne foram desenvolvidas no Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no período de 12 de Julho à 25 de Setembro de 2020 . O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CEUA-UFRGS), sob o protocolo n° 36468.

### *Tratamentos e delineamento experimental*

Foram utilizados 40 cordeiros machos castrados, mestiços da raça Crioula Lanada, com aproximadamente 150 dias de idade e peso vivo inicial de  $22,53 \pm 3,77$  kg. Os animais foram distribuídos aleatoriamente, mantendo a média de peso, em

quatro tratamentos dietéticos em um delineamento experimental inteiramente casualizado com 10 repetições, conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + d_{j(i)} + \varepsilon_{ij}$$

em que,  $Y_{ijk}$  = valor observado no  $i$ -ésimo tipo de antioxidante e  $j$ -ésima repetição;  $\mu$  = média geral da variável resposta;  $\alpha_i$  = efeito fixo do  $i$ -ésimo antioxidante;  $d_{j(i)}$  = efeito aleatório do  $j$ -ésimo animal dentro do  $i$ -ésimo antioxidante, suposto  $d_{j(i)} \sim NID(0, \sigma_d^2)$ ;  $\varepsilon_{ij}$  = efeito aleatório associado à observação  $Y_{ij}$ , pressuposto  $\varepsilon_{ij} \sim NID(0, \sigma_\varepsilon^2)$ .

Todos os tratamentos foram compostos por uma dieta base (Tabela 1), formulada para atender as exigências de crescimento e ganho de 200 g/animal/dia (NRC, 2007), acrescidas das fontes antioxidantes por meio de uma pré-mistura específica: 1) tratamento controle - dieta base; 2) tratamento tocoferol – dieta base com  $\alpha$ -tocoferol (400 mg/kg de MS); 3) tratamento tanino – dieta base com extrato tanífero de Acácia negra (40 g/kg de MS) e 4) tratamento tanino + tocoferol – dieta base com  $\alpha$ -tocoferol (400 mg/kg de MS) e extrato tanífero de Acácia negra (40 g/kg de MS).

O  $\alpha$ -tocoferol foi manipulado e o extrato tanífero de Acácia negra (*Acacia mearnsii*) foi fornecido pela empresa SETA<sup>®</sup> (Estância Velha/RS, Brasil).

Os cordeiros permaneceram alojados em baias individuais de madeira (3 m<sup>2</sup>) e cama de areia, contendo comedouro e bebedouro.

### *Procedimento experimental*

Antes do início do experimento todos os animais receberam tratamento anti-helmíntico com Albendazol (Albendathor<sup>®</sup> 10%, 5 mg/kg), foram vacinados contra clostridioses (Ourovac<sup>®</sup> 10 TH, 2 mL), tosquiados e adaptados as baias e a dieta nos primeiros oito dias. Nesse período de adaptação, os animais receberam oferta crescente da dieta base a 1; 1,5; 2 e 4% do peso vivo no primeiro, terceiro, quinto e sétimo dia, respectivamente. Após esse período, os cordeiros passaram a ser alimentados com suas respectivas dietas experimentais *ad libitum*, duas vezes ao dia, às 8h 30 e às 18h 30, com água sempre disponível.

A oferta foi ajustada todos os dias durante o período experimental de maneira a proporcionar sobras diárias de aproximadamente 20%. As quantidades ofertadas e

recusadas de ração eram registradas diariamente para mensurar o consumo de matéria seca (CMS). Os cordeiros foram pesados em balança digital a cada 14 dias, com jejum prévio de sólidos de 12 horas.

O abate foi realizado em abatedouro comercial com inspeção estadual na região da Fronteira Oeste do Estado do Rio Grande do Sul de acordo com as normas do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de produtos de Origem Animal – RIISPOA (Brasil, 2017), e de abate humanitário segundo a IN n° 3 do MAPA de 17 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000d).

### *Análises da dieta*

Amostras das dietas experimentais foram coletadas em quatro (4) momentos e armazenadas a -30°C (Tabela 1). A amostra da dieta para análise foi obtida pela mistura de quantidades iguais das subamostras coletadas. Foram realizadas análises químicas para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) conforme metodologia da AOAC (1995), fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com Van Soest, Robertson, & Lewis (1991), e fibra em detergente ácido (FDA) segundo Goering & Van Soest (1970).

Para análise de vitamina E,  $\alpha$  e  $\gamma$ - tocoferóis foram extraídos e analisados nas rações de acordo com metodologia de Prates, Quaresma, Bessa, Fontes, & Alfaia (2006).

Os compostos fenólicos totais e taninos totais (método de Folin-Ciocalteu), bem como a concentração de taninos condensados (método de HCl-butanol) foram quantificados nas rações após extração com acetona aquosa (70%, v/v), seguindo os procedimentos de Makkar (2000). As análises foram realizadas em duplicata. Para as análises de fenóis totais e taninos totais, o ácido tânico foi usado como padrão, enquanto a concentração de taninos condensados foi calculada como equivalente de leucocianidina por meio da equação  $[\text{Abs } 550 \text{ nm} \times 78.26 \times \text{fator de diluição}] / \% \text{MS}$  (Makkar, 2000).

### *Análises da qualidade de carne*

Após o resfriamento (0° à 4° C, 24hs) das carcaças, foram coletadas amostras do músculo *Longissimus thoracis et lumborum*, da meia carcaça esquerda, compreendendo a porção a partir da 6° costela até o final da região lombar. As amostras foram transportadas sob refrigeração (0° à 4° C), para o Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), onde foram fracionadas em duas porções. A fração mais próxima a região torácica, entre as 6° e 12° costelas, foram destinadas imediatamente para análise de composição centesimal, capacidade de retenção de água, pH e comprimento de sarcômero. Já a fração referente à região lombar, a partir da 12° costela, foi envolta em papel alumínio e filme plástico e armazenadas à vácuo em freezer (- 21°C) para posterior realização das análises físicas (Figura 1).

A composição centesimal da carne foi mensurada por medidas de espectroscopia de refletância visível e no infravermelho próximo (VIRS - Visible and infrared scanner/NIRS - Near-infrared spectroscopy), utilizando o equipamento Espectrofotômetro Infravermelho Próximo (NIR) FOSS FoodScan Meat Analyse TM com modelo de calibração de rede neural artificial e banco de dados associado sobre o AOAC International, reconhecido conforme método oficial (A. O. A. C, 2012b) em carne e produtos cárnicos, compreendendo as variáveis de umidade, proteínas, lipídios, colágeno e cinzas. As amostras *in natura* embaladas a vácuo foram porcionadas, trituradas e homogeneizadas após previa exposição padrão de 30 minutos ao oxigênio e iluminação natural. As observações de espectro foram obtidas em comprimento de onda de 350 a 2500 nm, em medida de duplicatas por cada amostra referente a cada animal de ambos os tratamentos.

O potencial hidrogeniônico (pH) foi mensurado em potenciômetro digital portátil modelo mPA-210P, equipado com eletrodo de pH e compensação automática de temperatura (MS TecnoPON Equipamentos Especiais Ltda., Piracicaba, São Paulo) utilizando 5g de amostra em 50mL de água destilada e deionizada, trituradas em processador, e as leituras efetuadas após 30min (AOAC, 1995).

A capacidade de retenção de água (CRA) foi obtida através do método de compressão em papel filtro reportado por Grau e Hamm (1953), adaptado por Hamm (1986). Para o procedimento utilizou-se 0,3 ( $\pm$  0,05) g de amostra sob papel filtro, previamente pesados em balança analítica, prensados entre placas de metacrílico 9X12 cm, com um peso de 2,25 Kg pelo tempo de 5 minutos. Posteriormente a

compressão, separou-se a amostra do papel filtro e pesou-se ambos para obtenção da CRA, expressa na porcentagem por diferença de peso inicial.

O comprimento de sarcômero foi avaliado usando-se equipamento a laser Modelo Laser Radiation – 632,8nm/1mV – HE-NE Laser-3B – U21840. Com auxílio de bisturi foram obtidas as amostras e assim colocadas em lâmina, hidratadas com solução de glicose 0,2M, cobrindo-as com lamínulas. Usou-se o método de Difração a Laser proposto por Cross et al (1981). A lâmina com a amostra era colocada na plataforma de suporte do Laser para que o feixe de luz passasse por ela num ângulo de 90°. Ao atravessá-la o feixe de luz fornece bandas de difração sobre o papel localizado a 10 cm da amostra. As linhas do sarcômero eram então delimitadas com traço feito com lápis e régua. Posteriormente seu comprimento medido com uso de paquímetro. Foram feitas 10 determinações de cada amostra de carne. Os resultados obtidos foram trabalhados e transformados por meio de equação matemática.

Para determinação das análises físicas (cor, força de cisalhamento e perfil de textura), em cada músculo foram seccionados transversalmente em forma de bifés com uma polegada (2,54 cm) de espessura e destinadas à cocção.

A avaliação instrumental da cor foi realizada diretamente na superfície da carne, após 30 min de exposição ao ar. Utilizou-se um colorímetro Minolta® CM-700D (Konica Minolta, Japão), com iluminante A, diâmetro de área medida de 3 mm, ângulo de observação 10° e componente especular incluído (SCI). Cada valor foi a média de seis determinações por amostra. Os descritores registrados de acordo com o sistema CIELab foram luminosidade ( $L^*$ ), intensidade de vermelho ( $a^*$ ), intensidade de amarelo ( $b^*$ ), saturação ( $C^*$ ) e tonalidade ( $H^*$ ), de acordo com a American Meat Science Association (AMSA, 2012). Os espectros de refletância de comprimento de onda de 360 a 740 nm também foram registrados para o cálculo da formação de metamioglobina (MMb) (AMSA, 2012).

Foram avaliadas as perdas por descongelamento e cocção. Para tanto, as amostras foram descongeladas sob refrigeração a 4°C durante 24 horas, obtendo-se as perdas no descongelamento pela diferença de peso antes e depois do descongelamento. Em seguida, foram cozidas sob papel alumínio em grelha (Grill elétrico Modelo George Foreman Jumbo) á 170°C, até atingirem a temperatura de 71 °C no centro geométrico das amostras e viragem à 40°C, obtendo-se as perdas na cocção (gotejamento + evaporação) pela diferença de peso antes e depois do



cozimento. A pesagem da exsudação permitiu o fracionamento das perdas por cocção em gotejamento e evaporação (obtido pela diferença entre cocção e gotejamento). Posteriormente, as amostras cozidas foram destinadas para análise da força de cisalhamento e perfil de textura.

Foi determinada a força de cisalhamento - WBS (*Warner-Bratzler Shear force*) em texturômetro XTPlus com aplicativo Exponent v.6.1.5.0 (Stable Microsystems Ltd., Surrey, England), de acordo com as diretrizes do AMSA (1995), tendo sido efetuada 10 determinações para cada unidade experimental. Por meio de um perfurador metálico foram retirados os núcleos com diâmetro de 1,27mm (0,5") paralelamente a orientação das fibras, de modo que a ação do corte fosse feita perpendicular as fibras musculares. Foi usada lâmina com 1,016mm (0,0040") de espessura com corte em forma de V (ângulo de 60°).

O perfil de textura foi realizado no sentido perpendicular as fibras musculares das amostras de 1x1x1cm em texturômetro XTPlus com aplicativo Exponent v.6.1.5.0 (Stable Microsystems Ltd., Surrey, England), utilizando sonda arredondada de alumínio com 36 mm de diâmetro, ciclo de dupla compressão à 80% da altura original, velocidade de pré-teste de 1 mm/s, velocidade de teste de 1 mm/s e velocidade de pós-teste de 1 mm/s, tendo sido efetuada seis determinações para cada unidade experimental. Foram avaliadas dureza, coesividade, mastigabilidade e fraturabilidade (Bourne, 1978).

### *Análises estatísticas*

Os dados foram submetidos à análise de variância univariada (ANOVA) pelo procedimento MIXED, suas médias estimadas com o comando LSMEANS e comparadas pelo teste Tukey. Adicionalmente, foram realizadas as análises de estatística descritiva e correlação linear simples de Pearson, respectivamente, utilizando procedimentos MEANS e CORR.

Além disso, os dados de perdas por descongelamento (*Thawing loss*), perdas por evaporação (*Avaorative loss*), vermelhidão ( $a^*$ ), força de cisalhamento (*Warner-Bratzler shear*), dureza (*Hardness*), coesividade (*Coesiveness*) e mastigabilidade (*Chewiness*), foram sujeitos à análise de variância multivariada (MANOVA)

complementada pela técnica de componentes principais utilizando os procedimentos GLM, PRINQUAL, PRINCOMP e FACTOR.

As análises estatísticas foram executadas no aplicativo SAS<sup>®</sup> *System for Windows*<sup>™</sup> versão 9.4 (SAS Institute Inc., Cary - NC, USA), ao nível de 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Características químicas*

Em geral, as características químicas da carne dos cordeiros não foram afetadas ( $P>0,05$ ) com a suplementação dietética de compostos antioxidantes (extrato tanífero de Acácia negra e/ou  $\alpha$ -tocoferol) (Tabela 2).

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) de tratamentos para o teor de lipídios totais, proteína bruta, umidade e cinzas da carne dos cordeiros. Segundo Rotta et al (2009), a constituição química da carne, bem como, as proporções de seus principais componentes, estão atrelados, especialmente, a dieta e regime alimentar, grau de acabamento de carcaça e grupo muscular específico. Há excessão do teor de cinzas os demais valores observados estão de acordo com a descrição encontrada na literatura para carne ovina (Cañeque e Sañudo, 2005.; Pinheiro et al., 2008).

É importante destacar que apesar do teor de cinzas não apresentar diferença ( $P>0,05$ ) entre tratamentos, com um valor médio de 3,19%, a proporção constituída é superior aos achados nos demais estudos (Babiker; Khider e Shafie, 1990.; Rowe et al., 1999.; Osório; Osório e Sañudo, 2009). Segundo Nouruzian e Ghiazi (2012), a concentração de minerais no músculo de ovinos, pode variar consideravelmente de acordo com fatores genéticos, nutricionais e ambientais. Ao passo que, os grupos de compostos fenólicos demonstram capacidade para formar ligações entre proteínas, carboidratos e minerais em ambiente ruminal, há possibilidade de maior absorção no trato gastro intestinal dos animais (McSweeney Palmer McNeill & Krause 2001). Neste sentido, os valores de cinzas observados nos tratamentos 2 e 4 (Tan e TT) sugerem necessidade de mais investigações sobre a inclusão de taninos dietéticos em relação a composição mineral no músculo dos animais.

Com relação ao conteúdo de colágeno na carne, não se observou efeito de tratamento ( $P>0,05$ ) com a inclusão do  $\alpha$ -tocopherol e tanino condensado. Os resultados são semelhantes ao relatado por Mariano et al (2007) e Starkey et al (2015; 2016). Apesar de ser uma fonte importante para avaliar os parâmetros de maciez da carne (Wheeler et al., 2000), sua contribuição pode ser limitada a distribuição muscular no animal (Rhee et al., 2004). Segundo Starkey et al (2015), o conteúdo relativamente baixo de tecido conjuntivo no músculo *LL* pode ser influenciado por outros fatores, como proteólise e idade do animal, limitando sua contribuição a 8% de explicação para com a sensibilidade da carne em ovinos.

A distribuição da forma química da mioglobina quando afetada pela oxidação lipídica, promove a oxidação da mioglobina e deterioração da cor da carne (Mancini e Hunt, 2005). No presente estudo, a concentração de pigmentos heme, Omb (oximioglobina), DMb (desoximioglobina) e MMb (metamioglobina), também não demonstrou efeito de tratamento ( $P>0,05$ ) para composição química da cor no músculo *LL* dos animais. Os valores observados estão de acordo com os resultados obtidos por Natanello et al (2019), para estabilidade oxidativa de cor da carne de cordeiro. Esta relação no controle das taxas relativas de oxidação da mioglobina e redução da metabioglobina pode ser associada à cor de carne fresca (Mancini e Hunt, 2005.; Luciano et al., 2009).

### *Caraterísticas físicas*

#### *Medidas instrumentais de cor*

A suplementação dietética com antioxidantes ocasionou a redução ( $P<0,05$ ) dos valores de  $a^*$  (vermelhidão), sem afetar ( $P>0,05$ ) as demais coordenadas de  $L^*$  (luminosidade),  $b^*$  (amarelidez),  $C^*$  (índice de cromaticidade) e  $H^*$  (ângulo matiz/tonalidade) (Tabela 3). Todas as coordenadas correspondem às predições para carne vermelha no sistema CIELAB (Hunterlab, 1996a) e para aceitação do consumidor de carne ovina (Khliji et al., 2010). As médias observadas para as coordenadas  $a^*$  (15,0 Toc – 16,9 CT) e  $L^*$  (36,3 TAN – 36,9 TOC) correspondem à faixa de aceitação de 95% dos consumidores em carne fresca, segundo Khliji et al (2010), quando comparadas as mensurações objetivas com as medidas subjetivas de cor de carne.

Em geral os estudos envolvendo a inclusão de taninos (Luciano et al., 2009, 2011) e  $\alpha$ -tocoferol (Baldi et al., 2018) na alimentação dos animais tem demonstrado valores de  $a^*$  mais altos em relação aos controles para carne fresca e/ou em comportamento decrescente nas observações para estabilidade oxidativa da cor. Intrigantemente, os resultados do presente estudo demonstram os menores ( $P < 0,05$ ) valores de  $a^*$  (15,0 TOC) com uso do  $\alpha$ -tocoferol e valores intermediários (15,5 TAN e TT), nos grupos com inclusão de tanino em relação ao tratamento controle (16,9 CT), indicando carne ligeiramente mais escura nos tratamentos com inclusão de antioxidantes, especialmente para TOC, conforme indica o biplot bidimensional em relação à análise de componentes principais (Figura 2).

Este efeito pode estar atrelado tanto a concentração de  $\alpha$ -tocoferol no músculo dos animais, em consequência da concentração fornecida na dieta (Leonel et al., 2020), como também pode ser influenciado pelo peso das carcaças dos animais (Sañudo, 1996.; Santos-Silva et al., 2002). Faltam evidências de peso de abate e concentração de  $\alpha$ -tocoferol no músculo para consolidar esta definição. Contudo, Baldi, et al (2018), demonstraram que a concentração e fonte de inclusão de  $\alpha$ -tocoferol na dieta foi correspondente a concentração no músculo de cordeiros confinados, sendo que, animais suplementados com alta concentração de  $\alpha$ -tocoferol (323,3 mg/dia) ou por fontes naturais através do fornecimento de alfafa (lurzena) (41,9 mg/dia), também corresponderam a maior concentração de  $\alpha$ -tocoferol no músculo.

Da mesma forma, é importante considerar que as determinações objetivas de cor são dependentes de uma série de relações entre as mesmas coordenadas e o efeito do ângulo para discriminação de cor, que reproduzem diferenças ao olho humano (Konica Minolta, 2011-2019). A este exemplo, pode se estabelecer a constância aproximada das coordenadas  $L^*$  e  $b^*$  e a prevalência de  $a^*$  e  $C^*$ , ou mesmo, a variação de  $H^*$  nos casos supracitados, como variáveis relacionadas com a deterioração da cor da carne à medida que a percentagem de MMb aumenta (Salueña; Gamasa; Rubial e Odriozola, 2019). Levando em consideração que as demais coordenadas  $L^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  e  $H^*$ , bem como, a forma química da mioglobina também não apresentaram efeito de tratamento para cor de carne fresca no presente estudo, não pode se afirmar que o valor de  $a^*$  no presente estudo é um efeito prejudicial para o atributo cor. Além disso, os resultados não avaliaram estabilidade oxidativa da cor da carne dos animais. Mesmo porque, segundo Leonel

et al (2020), a carne fresca de cordeiro produzida com distintos níveis de vitamina E, também pode apresentar aumento nas coordenadas L\* e a\* a partir do terceiro dia de estabilidade oxidativa.

Já os estudos com uso de taninos condensados e seus efeitos na cor de carne tendem a demonstrar maior variação de resultados. Trabalhando com a inclusão de 2,5% de extrato de *Cistus ladanifer* na dieta de cordeiros, Guerreiro et al (2019), relataram maior valor de L\* apresentando um aspecto mais claro na coloração da carne. O mesmo foi observado em outros estudos com a inclusão de diferentes plantas ricas em taninos condensados (Priolo; Bem; Salem Atti & Nefzaoui 2002.; Priolo et al. 2005). Já Francisco et al (2015; 2018) relataram ausência de efeito dos taninos sob a coloração da carne. Portanto, estes mecanismos do potencial antioxidante dos taninos como fontes dietéticas, ainda não estão bem elucidados em relação ao efeito sob a cor de carne e necessitam de mais esclarecimentos.

#### *Parâmetros texturais*

Os tratamentos com tanino condensado e  $\alpha$ -tocoferol não afetaram ( $P>0,05$ ) as medidas de pH e CRA, mas ocasionaram aumento ( $P<0,05$ ) nas perdas por descongelamento (PD) e redução nas perdas por evaporação (PEV) da carne dos cordeiros (Tabela 3). O valor médio do pH (5,69), mensurado entre tratamentos está de acordo com os resultados relatados para carne ovina *in'natura* (Sañudo, 2008.; Blanco et al., 2014.; Quin et al., 2020). Já os valores de capacidade de retenção de água (CRA/9,78 - 12,9%), mesmo que sem efeito entre tratamentos, foi inferior aos achados na literatura para carne de cordeiros. (Cañeque e Sañudo 2005.; Sañudo 2008.; Osório; Osório e Sañudo, 2009).

De forma geral a perda excessiva de água não é desejável, pois implica em perdas de nutrientes e interferência na ternura e sensibilidade da carne (Warner et al, 2020). Segundo Decker et al (1993) e Estevez et al (2011), os processos oxidativos das proteínas já nas primeiras horas *post-mortem* podem formar cadeias laterais de aminoácidos induzindo a ligações cruzadas de carboxilação. As modificações oxidativas das cadeias laterais causam uma modificação de cargas nos miofilamentos que pode afetar a CRA (Lund; Heinonen; Baron & Estevez 2011.; Estvez; Heinonen & Puolanne 2011). Estas cargas líquidas aumentadas induzem o

inchaço das miofibrilas e levam a melhor retenção de água enquanto restrições estruturais proíbem inchaço ilimitado (Hamm 1986; Ofer & Trinick 1983).

Neste sentido, acredita-se inicialmente que o potencial antioxidante do tanino e  $\alpha$ -tocoferol no músculo possam ter influenciado o aumento ( $P < 0,05$ ) das perdas por descongelamento em TOC (7,66), TAN (6,39) e TT (5,95), respectivamente em relação ao grupo CT (3,87). De forma que, o efeito antioxidante possa inibir os miofilamentos a formar partículas maiores pelo processo oxidativo e conseqüente agregação e inchaço das miofibrilas (Bao et al., 2018). Justificando assim, maiores perdas de umidade com a formação de ligações cruzadas de cadeias laterais (Liu Xiong e Chen, 2009).

Já as PEV, produto da diferença entre exsudação e evaporação no processo de cocção da carne, demonstrou efeito inversamente proporcional às PD, conforme evidenciado no biplot para análise de componentes principais (Figura 2). Demonstrando redução dos valores para os tratamentos TAN (32,1), TOC (35,9) e TT (27,9), respectivamente em relação ao grupo CT (38,7). Efeito possivelmente justificado pela maior proporção de umidade intracelular restante pós PD, resultando em maior PEV frente ao processo de aquecimento pós-cocção (Figura 2). As perdas por cocção (PC), perdas por exsudação (PEX) e perdas totais (PT), não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre tratamentos (Tabela 3).

### *Ternura e sensibilidade*

As medidas de comprimento de sarcômero (CS) também não evidenciaram efeito de tratamento ( $P > 0,05$ ) antioxidante. O valor médio observado de 2,23  $\mu\text{m}$ , pode caracterizar carne macia com uma boa relação entre a amostra *in natura* e cozida para análise de força de cisalhamento (Toohey et al., 2012) (Tabela 3). Todavia, esta relação é controversa na literatura, com alguns estudos indicando medidas de pH e temperatura com maior confiabilidade para o encurtamento muscular e variação de sensibilidade para força de cisalhamento (WBS) (Janz et al., 2006.; Hopkins et al., 2011). Starkey et al (2015), citaram baixa contribuição das medidas de CS em LL de cordeiros, sendo responsável por apenas 1,8% da variação em relação a sensibilidade da carne.

Já em relação à ternura da carne pós-cocção, a suplementação dietética com tanino e/ou  $\alpha$ -tocoferol apresentaram aumento dos valores ( $P < 0,05$ ) da força de

cisalhamento (WBS) e dos parâmetros dureza (DZ), coesividade (COE) e mastigabilidade (MAST) no perfil de textura (TPA) (Tabela 3). Estes parâmetros objetivos de avaliação são consolidados como principais mecanismos de relação aos métodos subjetivos para características de sensibilidade em maciez de carne (Szczesniak, 1963.; Cañeque e Sañudo, 2005.; Warner et al., 2020). Apesar dos efeitos dos compostos antioxidantes evidenciados neste estudo, os valores encontrados (WBS  $\bar{X}$ = 2,81 kg) (DZ  $\bar{X}$ = 186 N ou 19 kg) indicam carne extremamente macia para ambos os tratamentos (Szczesniak e Torgerson, 1965; 1998.; Bourne, 1978;2002.; Steff 1996.; Warner et al., 2021).

Dentre todos os tocoferóis conhecidos, o  $\alpha$ -tocoferol tem sido considerado como o mais ativo biologicamente, constituindo-se no principal antioxidante lipossolúvel naturalmente presente no músculo (Bellés et al., 2019). Os estudos elaborados com níveis dietéticos supranutricionais de  $\alpha$ -tocoferol, tem demonstrado maior deposição na composição do músculo e efeitos benéficos para estabilidade oxidativa da carne (Gobert et al., 2010.; Baldi et al., 2019.; Bellés et al., 2019.; Gerreiro et al., 2020.; Leonel et al., 2020). Entretanto, pouca atenção tem sido direcionada aos efeitos sob as características físicas da carne, especialmente nos indicativos de sensibilidade da carne fresca.

No presente trabalho, a suplementação com  $\alpha$ -tocoferol induziu efeito negativo na ternura da carne, com aumento ( $P<0,05$ ) dos valores de WBS, DZ e COE em TOC e TT em relação ao grupo CT, conforme demonstrado no biplot de componentes principais (Figura 2). Acredita-se que a maior deposição de  $\alpha$ -tocoferol no músculo, resultante do alto índice de absorção intestinal (Decker e Xu, 1999), pode ter induzido o retardamento oxidativo mais intenso e por maior período de tempo no *post-mortem*, inibindo a oxidação de proteínas. Este potencial antioxidante pode reduzir a formação de semialdeídos,  $\alpha$ -aminoácidos e  $\gamma$ -glutâmicos (Estevez e Heinonem, 2010), bem como, as demais modificações oxidativas de cadeias laterais a partir de proteínas miofibrilares não oxidadas e aumentar o diâmetro das miofibrilas.

As modificações oxidativas nos aminoácidos podem ocorrer, principalmente, por mecanismos de carbolilação e/ou desnaturação e desdobramento das proteínas (Park e Xiong, 2007). Estas induzem alterações no arranjo eletrônico e afetam as interações químicas entre as proteínas miofibrilares (Estevez et al., 2011.; Sun; Zhou; Sun & Zhao, 2013). Assim, a oxidação pode afetar as cargas de proteína

gerando perdas de aminoácidos carregados positivamente como lisina, arginina e histidina (Stadtman 1993; Utrera & Estvez, 2012). Entretanto a conexão de causalidade entre carbonilas de proteínas e as mensurações de ternura na carne são pouco efetivas e contraditórias na literatura atual (Estevez, 2011).

Inicialmente as hipóteses compreendiam a suscetibilidade da oxidação proteica com amaciamento durante o processo de maturação (Martinaud et al. 1997), com correlações significativas entre carbonilas de proteínas totais e WBS (Rowe et al., 2004). Atualmente alguns estudos correlacionam à oxidação proteica com diminuição da maciez de carne (Zakrys et al., 2009). Com oxidação induzida em carne ovina, Bao et al (2011), relataram menor ponto isoelétrico de proteínas oxidadas e efeitos sob os filamentos nas cadeias de actina, miosina e tropomiosina, que juntas representam cerca de 70% do total de proteína miofibrilar. Este efeito sugere maior insolubilidade das miofibrilas na fração proteica. Já Offer e Trinick (1983), observaram o efeito oposto às cargas eletrostáticas com o inchaço das miofibrilas.

A capacidade dos taninos de se ligar as proteínas pode diminuir sua degradação ruminal e aumentar o fornecimento total de proteína microbiana para a absorção intestinal (McSweeney Palmer McNeill & Krause 2001). Palmer e McSweeney (2000) relataram um aumento de duas vezes o crescimento de lã em ovelhas suplementadas com tanino, descrevendo que a digestibilidade da proteína complexada foi superior a 78% no intestino delgado. Zhang et al (2009) observaram aumento significativo na área de olho de lombo de suínos e Quin et al (2020), maiores diâmetros de miofibrilas em cordeiros alimentados com extrato de espinheiro do mar.

A análise multivariada para componentes principais (Figura 2) evidencia o aumento dos valores de MAST ( $P < 0,05$ ) com inclusão de tanino condensado nos grupos TAN e TT em relação à TOC e CT. Já os parâmetros DZ e COE ( $P < 0,05$ ) aumentaram com a inclusão de  $\alpha$ -tocoferol nos grupos TOC e TT ( $P < 0,05$ ), enquanto que TAN ( $P < 0,05$ ) representou valores intermediários ao grupo CT e TOC/TT. Manifestando efeito negativo, com a inclusão dos compostos antioxidantes, nas características físicas estruturais e táteis com a relação de ternura e sensibilidade da carne quando comparadas ao grupo CT (Tabela 3).

Ternura em relação à textura dos alimentos é um termo freqüentemente usado para descrever firmeza ou aspereza de uma superfície de carne (Compras



2014.; Warner 2020; 2021). Dos parâmetros de textura utilizados em análise de carne, as medidas de dureza podem ser representadas pela força necessária em qual o alimento alcança uma determinada deformação, enquanto que a coesividade representa a força de ligações internas pré-ruptura e mastigabilidade define-se como o produto entre as duas anteriores (dureza e coesividade) mais flexibilidade (Bourne, 1978; 2002). Segundo Warner (2020;2021), esta relação entre as medidas instrumentais e sensoriais de ternura são influenciadas diretamente pelas características de tecido conjuntivo, reticulação e integridade miofibrilar, comprimento do sarcômero e desnaturação de proteínas durante o cozimento.

Especula-se que os efeitos do potencial antioxidante do  $\alpha$ -tocoferol e do tanino nas características de ternura de carne ocasionaram o aumento dos valores em WBS e TPA, principalmente, por maior desnaturação de proteínas na cocção, devido a maiores PD, que possam ter resultado em maior agregação de miofibrilas pós-cocção da carne. O efeito antioxidante no músculo, possivelmente, proporcionou o aumento da massa muscular e do diâmetro das fibras ocasionado pelo inchaço das miofibrilas nos miofilamentos de actina, miosina e tropomiosina. Sugerimos que o aumento de PD pode ter levado a agregação das miofibrilas com o processo de cocção da carne e ocasionado às diferenças em WBS e TPA.

Deve-se também considerar o alto teor de ferro presente nos tecidos musculares dos ovinos, bem como, a predominância das fibras musculares oxidativas ou glicolíticas para o efeito antioxidante do  $\alpha$ -tocoferol e dos taninos condensados. A integridade da fibra é um fator de alta correlação com as medidas de ternura da carne (Warne 2020;2021). Segundo, Inthurrealde (2021), o maior conteúdo de fibras glicolíticas podem ocasionar maior teor de lactato no músculo e aumentar os valores de WBS e TPA. Os autores corroboram com os resultados aqui apresentados quando correlacionam o maior potencial glicolítico com a maior capacidade das fibras oxidativas em reter água no pós-mortem durante o descongelamento. Porém pós cocção foi verificado agregação das fibras e maior perdas de retenção de água correlacionando negativamente com os valores de WBS.

## **CONCLUSÕES**

A suplementação com extrato taninífero de Acácia negra e/ou  $\alpha$ -tocoferol não

afetou as características químicas da carne dos cordeiros. Contudo, o potencial antioxidante destes compostos afetaram negativamente as características físicas de cor, perdas e maciez de carne. A inclusão do  $\alpha$ -tocoferol reduziu os valores de  $a^*$  e aumentou as perdas por descongelamento, força de cisalhamento e perfil de textura. Os taninos demonstraram efeitos menos pronunciados em relação ao  $\alpha$ -tocoferol com maior interferência para mastigabilidade de carne no perfil de textura.

Mesmo com os efeitos negativos nas características físicas, todos os resultados estão dentro dos parâmetros de qualidade e aceitabilidade para com sensorial de carne. Os valores mensurados para ternura e sensibilidade, como perfil de textura e força de cisalhamento, indicaram carne extremamente macia, corroborando com as medidas de comprimento de sarcômero para todos os grupos testados, com ou sem suplementação dietética com  $\alpha$ -tocoferol e/ou extrato taninífero de Acácia negra.

Estes resultados evidenciam a necessidade de mais estudos com uso de antioxidantes naturais dietéticos e seus efeitos nas características físico-químicas, especialmente de carne fresca. Os autores sugerem maior aprofundamento, principalmente, nas características de fibras musculares, capacidade de retenção de água e cor de carne resfriada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo e produtividade concedidas. Ao Centro de Ensino e Pesquisa em Ovinocultura da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CEPOV – UFRGS) e ao Núcleo de Pesquisa em Pequenos Ruminantes da Universidade Federal do Pampa – Campus Dom Pedrito (NUPPER – UNIPAMPA) pela concessão dos animais, estrutura e colaboradores para a realização desse experimento. Ao Núcleo Integrado em Desenvolvimento de Análises laboratoriais (NIDAL – UFSM) e Departamento em Ciência e Tecnologia dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria na realização das análises.

## REFERÊNCIAS

- American Meat Science Association (AMSA). (2012). *Meat Color Measurement Guidelines*. <https://doi.org/10.1007/s11786-018-0341-9>.
- American Meat Science Association (AMSA). (1995). Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Chicago: National Live Stock and Meat Board, 47.
- Andrade,, P.L.; Bressan, M.C.; Gama, L.T. et al. (2010). Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, v.39, n.8, p.1791-1800.
- Andrés, S.; Huerga, L.; Mateo, J.; Tejido, M. L.; Bodas, R.; Morán, L.; Pietro, N.; Rotolo, L.; Giráldez, F. J. (2014). The effect of quercetin dietary supplementation on meat oxidation processes and texture of fattening lambs. *Meat Science*. 96, 806-811. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.09.020>
- Association of official analytical chemists (AOAC). (1995). *Official methods of analysis*. 16th ed. Washington, DC: AOAC.
- Association of official analytical chemists (AOAC) (2012). *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL (2012a)*. 19th Ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, USA, Official Method 2007.04.
- Babiker, S. A., El Khider, I. A., & Shafie, S. A. (1990). Chemical composition and quality attributes of goat meat and lamb. *Meat Science*, 28(4), 273–277. doi:10.1016/0309-1740(90)90041-4
- Baldi, G.; Chauhan, S.S.; Linden, N.; Dushea, F.R.; Hopkins, D.I.; Sgoifo Rossi, C.A.; Dell’Orto, V.; Ponnampalam, E.N. (2019). Comparasion of a grain-based diet supplemented with synthetic vitamin E versus a lucerne (alfalfa) hay-based diet fed to lambs in terms of carcass traits, muscle vitamin E, fatty acid content, lipid oxidation, and retail colour of meat. *Meat Science*, 148, 105-112. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.10.013>.
- Bao, Y., Boeren, S., & Ertbjerg, P. (2018). *Myofibrillar protein oxidation affects filament charges, aggregation and water-holding*. *Meat Science*, 135, 102–108. doi:10.1016/j.meatsci.2017.09.011
- Bellés, M. et al. (2019). Supranutritional doses of vitamin E to improve lamb meat quality. *Meat Science*, Oxford, v. 149, p. 14–23.
- Blanco, C., Bodas, R., Prieto, N., Andrés, S., López, S., & Giráldez, FJ (2014). *Concentrado mais pellets de palha de cevada moída podem substituir os sistemas convencionais de alimentação para cordeiros de engorda leve*. *Small Ruminant Research*, 116 (2-3), 137-143. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.11.008>

- Bourne, M. C. (1978). Texture profile analysis. *Food Technology*, 32(7), 62-72.
- Bourne, M.C. (2002). *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. 2. ed. New York: Academic Press Inc, 2002. 436p.
- Brasil. (2000). Instrução normativa nº 3, de 17 de janeiro de 2000., 3–10. Retrieved from <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/arquivos/arquivos-legislacao/in-03-de-2000.pdf>
- Cañeque, V.; Sañudo, C. (2005). *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los ruminantes*. In: Oliván, M.; Martínez-Cezero, S.; Panea, B.; Osoro, K. Determinación de la composición química de la carne: humedad, cenizas, grasa, proteína y colágeno. Monografía INIA: Serie Ganadera, nº 3, p. 448.
- Cross, H.R.; West, R.L., Dutson, T.R. (1981). Comparasion of methods for mensuring sarcomere length in beef semitendinosus muscle. *Meat Science*, 5, 261-266. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(81\)90016-4](https://doi.org/10.1016/0309-1740(81)90016-4).
- Cruz, B.C.C.; Santos, C.L.; Azevedo, J.A.G.; Silva, D.A. (2016). Avaliação e composição centesimal e as características físico-químicas da carne ovina. *PUBVET*. v.10, n.2, p.147-162. DOI: 10.22256/pubvet.v10n2.147-162
- Decker, E. A., Xiong, Y. L., Calvert, J. T., Crum, A. D., & Blanchard, S. P. (1993). Chemical, physical, and functional properties of oxidized turkey white muscle myofibrillar proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41, 186-189.
- Decker, E.A.; Xu, Z. (1999) Minimizing rancidity in muscle foods. *Food Tecnology*, v.52, n.10, p.54-59.
- Estévez, M. (2011). Protein carbonyls in meat systems: A review. *Meat Science*, 89, 259-279.
- Estévez, M., Ventanas, S., Heinonen, M., & Puolanne, E. (2011). Protein carbonylation and waterholding capacity of pork subjected to frozen storage: Effect of muscle type, premincing, and packaging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 5435-5443
- Faustman, C.; Chan, W.K.M.; Schaefer, D.M.; Havens. (1998) A. Beef quality update: the role for vitamin E. *Jornal of Animal Science*, 76, 1019-1026. <https://doi.org/10.2527/1998.7641019>.
- Francisco, A., Alves, S. P., Portugal, P. V., Dentinho, M. T., Jerónimo, E., Sengo, S. (2018). Effects of dietary inclusion of citrus pulp and rockrose soft stems and leaves on lamb meat quality and fatty acid composition. *Animal*, 12(4), 872-881. <https://doi.org/10.1017/S1751731117002269>.
- Francisco, A.; Dentinho, M.T.; Alves, S.P.; Portugal, P.V.; Fernandes, F.; Sengo, S.; Jérónimo, E.; Oliveira, M.A.; Costa, P.; Sequeira, A.; Bessa, R.J.B.; Santos-Silva, J. (2015). Growth performance, carcass and meat quality of lambs supplemented

with increasing levels of a tanniferous bush (*Cistus ladanifer* L.) and vegetable oils. **Meat Science**, 100, 275-282.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.10.014>.

- Gobert, M., Gruffat, D., Habeanu, M., Parafita, E., Bauchart, D., & Durand, D. (2010). *Plant extracts combined with vitamin E in PUFA-rich diets of cull cows protect processed beef against lipid oxidation*. *Meat Science*, 85(4), 676–683. doi:10.1016/j.meatsci.2010.03.024
- Goering, H. K., & Van Soest, P. J. (1970). Forage fiber analyses (Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications). *U.S. Department of Agriculture*, (379), 20.
- Grau, R. Hamm, R. (1953). A simple method for determination of water-binding in muscle. *Naturwissenschaften*, 40, 29-35. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2018.e18>
- Guerreiro, O.; Alves, S. P.; Soldado, D.; Cachucho, L.; Almeida, J. M.; Francisco, A.; Santos-Silva, J.; Bessa, R. J. B.; Jerónimo, E. (2020). Inclusion of the aerial part and condensed tannin extract from *Cistus ladanifer* L. in lambs diets – Effects on growth performance, carcass and meat quality and fatty acid composition of intramuscular and subcutaneous fat. *Meat Science*, 160, 107945. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107945>
- Guerrero, A., Valero, M. V., Campo, M. M. & Sañudo, C. (2013). Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork. Review. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 35: 335-347.
- Hamm, R. (1986). Functional properties of soft hemifibrillar system and their measurement. In: Bechtel, P.J (Ed.). *Muscle as food*. Orlando: Academic Press, p.135-199.
- Hopkins, D. L., Toohey, E., Lamb, T., Kerr, M., de Ven, R., & Refshauge, G. (2011). Explaining the variation in the shear force of lamb meat using sarcomere length, the rate of rigor onset and pH. *Meat Science*, 88, 794–796.
- Hunterlab. CIE L\*a\*b\* Color Scale. *HunterLab Applications Note*. v.8, n.7, 1996a.
- Ithurralde, J.R. Pérez-Clariget, A. Saadoun, P. Genovese, C. Cabrera, Y. López, O. Feed, A. Bielli. (2021). Gestational nutrient restriction under extensive grazing conditions: Effects on muscle characteristics and meat quality in heavy lambs, *Meat Science*, Volume 179. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108532>
- Janz, J. A. M., Aalhus, J. L., Dugan, M. E. R., & Price, M. A. (2006). A mapping method for the description of Warner–Bratzler shear force gradients in beef longissimus thoracis et lumborum and semitendinosus. *Meat Science*, 72, 79–90.
- Khlijji, S., van de Ven, R., Lamb, T. A., Lanza, M., & Hopkins, D. L. (2010). *Relationship between consumer ranking of lamb colour and objective measures of colour*. *Meat Science*, 85(2), 224–229. doi:10.1016/j.meatsci.2010.01.002

- Konica Minolta. (2011-2019). *Measuring Instruments*. ©2011-2019 Konica Minolta, Inc.  
<https://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/part1/index.html>.
- Leal, L.N.; Béltarn, J.A.; Bellés, M.; Bello, J.M.; denHartog, L.A.; Hendricks, W.H.; Marttin-Tereso, J. (2020). Supplementation of lamb diets with vitamin E and rosemary extracts on meat quality parameters. . *Journal of The Science of Food and Agriculture*. v.100, p. 2922-2931. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10319>
- Liu, Z., Xiong, Y. L., & Chen, J. (2009). Identification of restricting factors that inhibit swelling of oxidized myofibrils during brine irrigation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 10999-11007.
- Liu, Q.; M. Lanari, M.C.; Schaefer, D.M. (1995). A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality, *Journal of Animal Science*, Volume 73, p. 3131–3140, <https://doi.org/10.2527/1995.73103131x>
- Luciano, G.; Monahan, F. J.; Vasta, V.; Biondi, L.; Lanza, M.; Priolo, A. (2009). Dietary Tannins Improve lamb meat colour stability. *Meat Science*, 83, 120-125. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.07.006>
- Luciano, G., Vasta, V., Monahan, F. J., López-Andrés, P., Biondi, L., Lanza, M., & Priolo, A. (2011). Antioxidant status, colour stability and myoglobin resistance to oxidation of longissimus dorsi muscle from lambs fed a tannin-containing diet. *Food Chemistry*, 124(3), 1036–1042. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.07.070>
- Lund, M. N., Heinonen, M., Baron, C. P., & Estevez, M. (2011). Protein oxidation in muscle foods: A review. *Molecular Nutrition & Food Research*, 55, 83-95.
- Makkar, H. P. S. (2000). Quantification of Tannins in Tree Foliage. *FAO/IAEA*, 18(3), 26. <https://doi.org/10.1353/pbm.1975.0034>
- Manach C, Donovan JL. (2004). Pharmacokinetics and metabolism of dietary flavonoids in humans. *Free Radic Res*. 38(8):771-85. doi: 10.1080/10715760410001727858. PMID: 15493450
- Mancini, R. A.; Hunt, M.C. (2005). Current research in meat color. *Meat Science*, v.71, p.100-121.
- Maiorano, G., Cavone, C., McCormick, R. J., Ciarlariello, A., Gambacorta, M., & Manchisi, A. (2007). The effect of dietary energy and vitamin E administration on performance and intramuscular collagen properties of lambs. *Meat Science*, 76(1), 182–188. doi:10.1016/j.meatsci.2006.11.001
- McSweeney, C. S., Palmer, B., McNeill, D. M., & Krause, D. O. (2001). Microbial interactions with tannins: Nutritional consequences for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 91, 83–93. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00232-2](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00232-2)

- Mitsumoto, M.; Faustman, C.; Casses, R.G. (1991). Vitamins E and improve pigment and lipid stability in ground beef. *Jornaul of Food Science*, 56(1), 194-197. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1991.tb08010>.
- Natalello, A., Priolo, A., Valenti, B., Codini, M., Mattioli, S., Pauselli, M., ... Luciano, G. (2019). *Dietary pomegranate by-product improves oxidative stability of lamb meat*. *Meat Science*, 108037. doi:10.1016/j.meatsci.2019.108037
- National Research Council (NRC). (2007). *Nutrient requirements of sheep*. Washington, D.C.: National Academy Press, 408p.
- Nishimura, T. (2010). The role of intramuscular connective tissue in meat texture. *Animal Science Jornal*, 81, 21-27.
- Norouzian, M. A., & Ghiasi, S. E. (2012). Carcass performance and meat mineral content in Balouchi lamb fed pistachio by-products. *Meat Science*, 92(2), 157-159. doi:10.1016/j.meatsci.2012.04.003
- Offer, G., & Trinick, J. (1983). On the mechanism of water holding in meat: The swelling and shrinking of myofibrils. *Meat Science*, 8, 245-281.
- Osório, José Carlos da Silveira, Osório, Maria Teresa Moreira e Sañudo, Carlos. (2009). Características sensoriais da carne ovina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, pp. 292-300. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300029>.
- Organization For Economic Co-Operation Development/Food and Agriculture Organization of the United Nations (OECD/FAO). (2020). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029*, FAO, Rome/OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/1112c23b-en>.
- Park, D., & Xiong, Y. L. (2007). Oxidative modification of amino acids in porcine myofibrillar protein isolates exposed to three oxidizing systems. *Food Chemistry*, 103, 607-616.
- Pinheiro, R.S.B.; Jorge, A.M.; Francisco, C.L.; Andrade, E.n. (2008). Composição química e rendimento da carne ovina in natura e assada. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 28(Supl.): 154-157. ISSN 0101-2061.
- Priolo, A., Ben Salem, H., Atti, N., & Nefzaoui, A. (2002). Polyethylene glycol in concentrate or feedblocks to deactivate condensed tannins in *Acacia cyanophylla* Lindl. foliage. 2- Effects on meat quality of Barbarine lambs. *Animal Science*, 75, 137-140. <https://doi.org/10.1017/S1357729800052917>.
- Priolo, A., Lanza, M., Biondi, L., Pappalardo, P., & Young, O. A. (1998). Effect of partially replacing dietary barley with 20% carob pulp on post-weaning growth, and carcass and meat characteristics of Comisana lambs. *Meat Science*, 50(3), 355-363. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00041-2](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00041-2).

- Prates, J. A. M., Quaresma, M. A. G., Bessa, R. J. B., Fontes, C. M. G. A., & Alfaia, C. M. P. M. (2006). Simultaneous HPLC quantification of total cholesterol, tocopherols and  $\beta$ -carotene in Barrosã-PDO veal. *Food Chemistry*, 94(3), 469–477. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.021>
- Purslow, PP. (2005). Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. *Meat Science*, 70, 435–447.
- Qin, X., Zhang, T., Cao, Y., Deng, B., Zhang, J., & Zhao, J. (2020). Effects of dietary sea buckthorn pomace supplementation on skeletal muscle mass and meat quality in lambs. *Meat Science*, 166, 108141. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108141>.
- Rennerre, M. (2004). La couleur de la viande et sa mesure. *INRA* 1: 63-68.
- Rhee, M., Wheeler, T., Shackelford, S., & Koohmaraie, M. (2004). Variation in palatability and biochemical traits within and among eleven beef muscles. *Journal of Animal Science*, 82, 534. DOI: 10.2527 / 2004.822534x
- Rotta, P. P., Prado, R. M., Prado, I. N., Valero, M. V., Visentainer, J. V. & Silva, R. R. (2009). The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 22: 1718-1734.
- Rowe, A., Macedo, FA., Visentainer, J., Souza, N., & Matsushita, M. (1999). Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. *Meat Science*, 51 (4), 283–288. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00063-1](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00063-1)
- Rowe, L. J., Maddock, K. R., Lonergan, S. M., & Huff-Lonergan, E. (2004a). Oxidative environments decrease tenderization of beef steaks through inactivation of  $\mu$ -calpain. *Journal of Animal Science*, 82(11), 3254-3266.
- Rowe, L. J., Maddock, K. R., Lonergan, S. M., & Huff-Lonergan, E. J. (2004b). Oxidative environments decrease tenderization of beef steaks through inactivation of  $\mu$ -calpain. *Journal of Animal Science*, 82, 3254-3266.
- Salueña, B. H., Gamasa, C. S., Rubial, J. M. D., & Odriozola, C. A. (2019). *CIELAB color paths during meat shelf life*. *Meat Science*, 107889. doi:10.1016/j.meatsci.2019.107889
- Santos-Silva, J., Mendes, I. A., & Bessa, R. J. B. (2002). The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs - 1. Growth, carcass composition and meat quality. *Livestock Production Science*, 76(1-2), 17-25. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00334-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00334-7).
- Sañudo, C. (2008). Carcass and meat lamb and kid quality and development of consumer acceptability. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 22, pp. 143-160. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001300018>



- Sañudo, C., Muela, E. & Campo, M. M. (2013). Key factors involved in lamb quality from farm to fork in Europe. *Journal of Integrative Agriculture*. 12: 1919-1930. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60629-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60629-2)
- Sañudo, C.; Sierra, I.; Olleta, J. L., et al. (1988) Influence of weaning on carcass quality, fatty acid composition and meat quality in intensive lamb production systems. *Animal Science*, n. 66, p 175-187.
- Sañudo, C., Santolaria, M. P., María, G., Osorio, M., & Sierra, I. (1996). Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production systems. *Meat Science*, 42(2), 195–202. doi:10.1016/0309-1740(95)00026-7
- Shimokomaki, M.; Elsdén, D.F.; Bailey, A.J. (1972). Meat tenderness: age related changes in bovine intramuscular collagen. *Journal of Food Science*, 37, 892–896.
- Stadtman, E. R. (1993). Oxidation of free amino acids and amino acid residues in proteins by radiolysis and by metal-catalyzed reactions. *Annual Review of Biochemistry*, 62, 797-821.
- Starkey, C. P., Geesink, G. H., Oddy, V. H., & Hopkins, D. L. (2015). Explaining the variation in lamb longissimus shear force across and within ageing periods using protein degradation, sarcomere length and collagen characteristics. *Meat Science*, 105, 32–37. doi:10.1016/j.meatsci.2015.02.011
- Starkey, C. P., Geesink, G. H., Collins, D., Hutton Oddy, V., & Hopkins, D. L. (2016). Do sarcomere length, collagen content, pH, intramuscular fat and desmin degradation explain variation in the tenderness of three ovine muscles? *Meat Science*, 113, 51–58. doi:10.1016/j.meatsci.2015.11.013
- Steef, J.F. (1996). *Rheological methods on food process engineering*. 2. ed. **East Lansing: Freeman Press**, 418p
- Sun, W., Zhou, F., Sun, DW. et al. Effect of Oxidation on the Emulsifying Properties of Myofibrillar Proteins. *Food Bioprocess Technol* 6, 1703–1712 (2013). <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0823-8>
- Szczesniak, A.S. (1998). Sensory texture profiling – historical and scientific perspectives. *Food Technology*, v.52, n.8, p.54-5.
- Szczesniak, A. S., and K. W. Torgeson. 1965. Methods of meat texture measurement viewed from the background of factors affecting tenderness. *Adv. Food Res.* 14:33–165. [https://doi.org/10.1016/s0065-2628\(08\)60148-2](https://doi.org/10.1016/s0065-2628(08)60148-2).
- Toohey, E. S., van de Ven, R., Thompson, J. M., Geesink, G. H., & Hopkins, D. L. (2012). SmartStretch™ Technology. II. Improving the tenderness of leg meat from sheep using a meat stretching device. *Meat Science*, 91, 125–130. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.01.003>

- Utrera, M., & Estevez, M. (2012). Oxidation of myofibrillar proteins and impaired functionality: underlying mechanisms of the carbonylation pathway. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(32), 8002-8011. doi: 10.1021/jf302111j
- 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. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Vasta, V.; Pennisi, P.; Lanza, M.; Barbagallo, D.; Bella, M.; Priolo, A. (2007). Intramuscular fatty acid composition of lambs given a tanniniferous diet with or without polyethylene glycol supplementation. *Meat Science*, 76, p.739-745.
- Warner R. & Miller R. & Ha M. & Wheeler T. L. & Dunshea F. & Li X. & Vaskoska R. & Purslow P., (2021) “Meat Tenderness: Underlying Mechanisms, Instrumental Measurement, and Sensory Assessment”, *Meat and Muscle Biology* 4(2). p.17, 1–25. doi: <https://doi.org/10.22175/mmb.10489>
- Warner, R.; Wheeler, T.L.; Ha, M. et al., Meat tenderness: advances in biology, biochemistry, molecular mechanisms and new technologies, *Meat Science* (2018), <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108657>
- Wheeler, T., Shackelford, S., & Koohmaraie, M. (2000). Variation in proteolysis, sarcomere length, collagen content, and tenderness among major pork muscles. *Journal of Animal Science*, 78, 958–965. DOI: 10.2527 / 2000.784958x
- Zhang, Z., Xia, L., Chen, X., Zhao, W., Wang, P., Su, J., & Li, Y. (2009). Effects of early feeding sea buckthorn extracts on growth performance, meat quality, serum leptin levels and leptin mRNA expression of adipose tissue in swine. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 21(5), 734–740.
- Zakrys, P. I., O’Sullivan, M. G., Allen, P., & Kerry, J. P. (2009). *Consumer acceptability and physiochemical characteristics of modified atmosphere packed beef steaks. Meat Science*, 81(4), 720–725. doi:10.1016/j.meatsci.2008.10.024

**Tabela 1.** Ingredientes, composição química e níveis de inclusão de compostos secundários nas dietas experimentais de cordeiros confinados.

	Controle	Tocoferol	Tanino	Tanino+Tocoferol
<b>Ingredientes (g/kg)</b>				
Casca de soja	75	75	75	75
Farelo de soja	14	14	14	14
Milho	10	10	10	10
Sal mineral	1	1	1	1
Extrato de acácia negra (g/kg)	0	0	40	40
$\alpha$ -tocoferol (mg/kg)	0	400	0	400
<b>Composição química (% MS)</b>				
Matéria Seca	91,02	89,82	90,61	89,79
Proteína bruta	15,5	14,5	15,5	14,3
Fibra em detergente neutro	61,73	60,78	64,60	66,54
Fibra em detergente ácido	42,0	45,2	40,5	40,7
Cinzas	5,0	4,9	4,7	4,8
Extrato etéreo	2,5	1,9	2,6	2,3
<b>Compostos fenólicos (g/kg MS)</b>				
Fenóis totais*	3,1	3	46,1	25,9
Taninos totais*	1,3	1,1	43	22,4
Taninos condensados	0,12	0,2	16,7	9,4
<b>Tocoferóis (mg/kg MS)</b>				
$\gamma$ -tocoferol	1,27	3,26	1,08	4,35
$\alpha$ -tocoferol	1,82	241,52	1,85	363,66

\*Expressos como g de equivalente de ácido tânico por kg de matéria seca.

**Tabela 2.** Composição química (%) da carne de cordeiros terminados em confinamento sem ou com adição de tanino e/ou tocoferol na dieta.

Variáveis	Diets				Média	P-value	EPM	CV
	Controle	Tanino	Tocoferol	TT <sup>1</sup>				
Umidade	72,9	72,9	72,4	73,3	72,9	0,3724	0,18	1,5
Cinzas	3,16	3,63	3,19	3,60	3,39	0,3672	0,12	22,4
Lipídios	5,12	4,47	5,29	4,55	4,86	0,1413	0,15	19,6
Proteínas	18,8	19,0	19,1	18,6	18,9	0,1674	0,10	3,1
Colágeno	1,79	1,63	1,61	1,68	1,68	0,5065	0,04	16,2
Colágeno <sup>2</sup>	9,50	8,53	8,48	9,05	8,89	0,3664	0,23	16,1
OMb <sup>3</sup>	46,8	44,7	45,4	51,9	47,2	0,1420	1,22	16,1
DMb <sup>4</sup>	36,1	40,0	37,8	32,0	36,5	0,1910	1,35	23,1
MMb <sup>5</sup>	17,1	15,3	16,8	16,1	16,3	0,5530	0,47	18,0

P-value = valor probabilístico; EPM = erro padrão da média; CV (%) = coeficiente de variação.

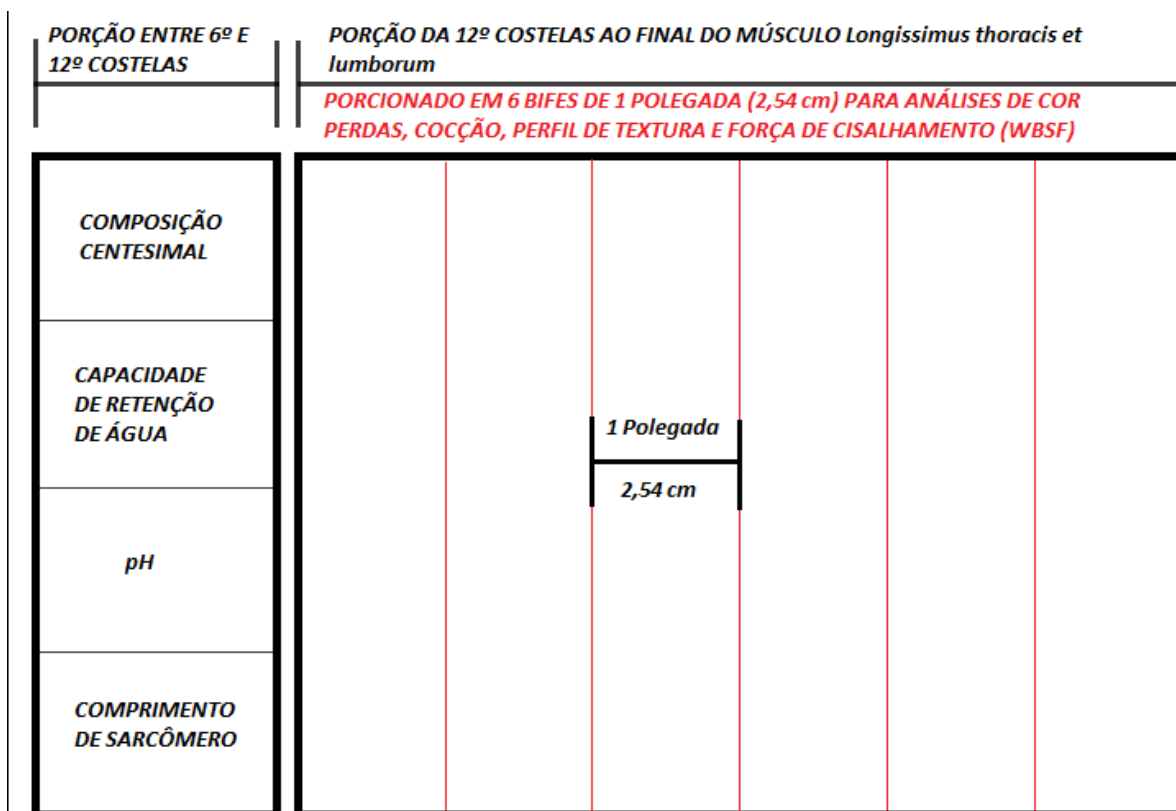
<sup>1</sup> TT = Tanino + Tocoferol; <sup>2</sup> em % da proteína; <sup>3</sup> OMb = oximioglobina; <sup>4</sup> DMb = desoximioglobina; <sup>5</sup> MMb = metamioglobina.

**Tabela 3.** Composição física da carne de cordeiros terminados em confinamento sem ou com adição de tanino e/ou tocoferol na dieta.

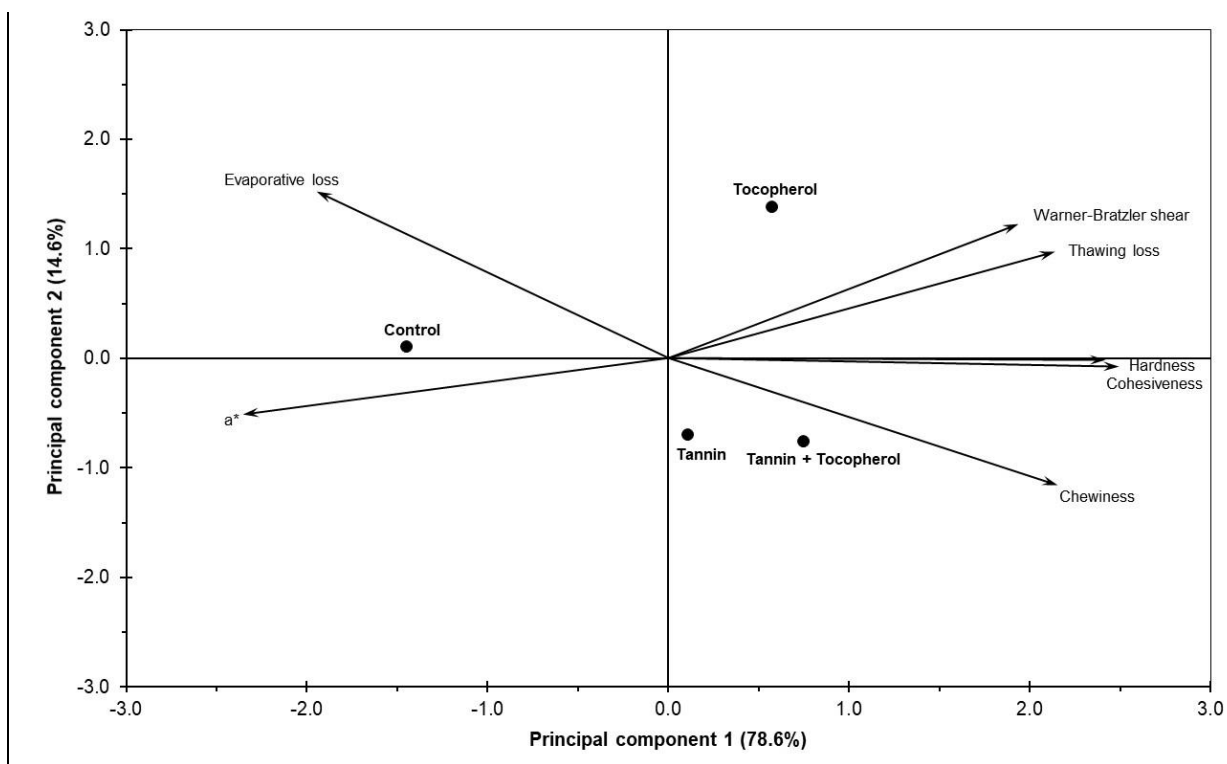
Variáveis	Diets				Média	P-value	EPM	CV
	Controle	Tanino	Tocoferol	TT <sup>1</sup>				
pH	5,70	5,66	5,65	5,77	5,69	0,2878	0,02	2,64
CRA <sup>2</sup> , %	9,78	11,4	12,9	11,7	11,4	0,1523	0,48	26,3
PD <sup>3</sup> , %	3,87 <sup>b</sup>	6,39 <sup>ab</sup>	7,66 <sup>a</sup>	5,95 <sup>ab</sup>	5,97	0,0065	0,40	41,7
PC <sup>4</sup> , %	49,1	47,0	50,1	43,2	47,3	0,4031	1,54	20,3
PEX <sup>5</sup> , %	10,3	14,8	14,7	15,3	13,8	0,0823	0,76	34,3
PEV <sup>6</sup> , %	38,7 <sup>a</sup>	32,1 <sup>ab</sup>	35,4 <sup>ab</sup>	27,9 <sup>b</sup>	33,5	0,0431	1,42	26,6
PT <sup>7</sup> , %	52,9	53,3	57,8	49,1	53,3	0,2811	1,57	18,4
L* <sup>8</sup>	36,6	36,3	36,9	36,7	36,6	0,9808	0,51	8,70
a* <sup>9</sup>	16,9 <sup>a</sup>	15,5 <sup>ab</sup>	15,0 <sup>b</sup>	15,5 <sup>ab</sup>	15,7	0,0135	0,22	8,65
b* <sup>10</sup>	10,4	9,37	9,67	9,54	9,74	0,4891	0,24	15,7
C <sup>11</sup>	19,8	18,1	17,9	18,2	18,5	0,0909	0,30	10,2
H <sup>12</sup>	31,4	31,0	32,2	31,3	31,5	0,7756	0,42	8,27
CS <sup>13</sup> , µm	2,25	2,26	2,20	2,20	2,23	0,1447	0,01	3,43
WBS <sup>14</sup> , kg	2,16 <sup>b</sup>	2,25 <sup>b</sup>	3,57 <sup>a</sup>	3,25 <sup>ab</sup>	2,81	0,0054	0,18	40,1
Dureza, N	162 <sup>b</sup>	182 <sup>ab</sup>	196 <sup>a</sup>	204 <sup>a</sup>	186	0,0012	4,26	14,2
COE <sup>15</sup>	0,40 <sup>b</sup>	0,43 <sup>ab</sup>	0,44 <sup>a</sup>	0,45 <sup>a</sup>	0,43	0,0053	0,01	8,69
MAST <sup>16</sup>	2,35 <sup>b</sup>	2,64 <sup>a</sup>	2,52 <sup>ab</sup>	2,65 <sup>a</sup>	2,54	0,0156	0,04	9,45

P-value = valor probabilístico; EPM = erro padrão da média; CV (%) = coeficiente de variação.

<sup>1</sup> TT = Tanino + Tocoferol; <sup>2</sup> CRA = Capacidade de retenção de água; <sup>3</sup> PD = Perdas por Descongelamento; <sup>4</sup> PC = Perdas por Cocção; <sup>5</sup> PEX = Perdas por Exsudação; <sup>6</sup> PEV = Perdas por Evaporação; <sup>7</sup> PT = Perdas Totais; <sup>8</sup> L\* = luminosidade; <sup>9</sup> a\* = vermelhidão; <sup>10</sup> b\* = palidez; <sup>11</sup> C = saturação; <sup>12</sup> H = tonalidade; <sup>13</sup> CS = comprimento de sarcômero; <sup>14</sup> WBS = Warner-Bratzler Shear force; <sup>15</sup> COE = Coesividade; <sup>16</sup> MAST = Mastigabilidade.



**Figura 1.** Esquema de amostragem para análises físico-químicas do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de cordeiros confinados sem ou com adição de tanino e/ou tocoferol na dieta.



**Figura 2.** Biplot bidimensional das dietas (escores) versus qualidade da carne (loadings) em relação aos componentes principais.

**CAPÍTULO III – Avaliação da substituição de milho por farelo de arroz integral  
na porção energética da dieta base de cordeiros confinados sob as  
características físico-químicas de carne**

**Artigo elaborado de acordo com as normas da Revista Meat Science**



## **Avaliação da substituição de milho por farelo de arroz integral na porção energética da dieta base de cordeiros confinados sob as características físico-químicas de carne<sup>4</sup>**

RESUMO: Avaliou-se o efeito da substituição do milho por farelo de arroz integral (FAI) na dieta de cordeiros confinados, sob as características físico-químicas da carne. Vinte cordeiros (n=10) foram distribuídos em dois grupos: 1) dieta controle com mistura de 10% de milho, farelo de soja e casca de soja conforme recomendação do NRC (2007) para 200 g/dia de peso vivo (dieta controle (CT)); 2) dieta controle com 13% de farelo de arroz integral em substituição aos 10% de milho (FAI). As variáveis de colágeno, pH, CRA, perdas, cor, força de cisalhamento e perfil de textura não apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) no músculo *Longissimus thoracis et lumborum* dos animais. O grupo (FAI) demonstrou efeito ( $P < 0,05$ ) na composição centesimal da carne, com maiores níveis de lipídios totais e proteína bruta e menor teor de cinzas, sem interferir ( $P > 0,05$ ) no teor de umidade. A variável de tonalidade ( $h^*$ ) para cor de carne e o parâmetro dureza no perfil de textura, tendem a aumentar ( $P = 0,052$  e  $0,054$ ) com a inclusão do (FAI).

Palavras-chave: Qualidade de carne, ovinos, lipídios, composição centesimal da carne, cor, textura.

---

<sup>4</sup>Este capítulo é apresentado conforme as normas de publicação da revista *Meat Science*  
Fator de impacto: 3.644  
Website: <https://www.journals.elsevier.com/meat-science>

## INTRODUÇÃO

A produção de carne ovina no Brasil e no mundo apresenta grande potencial de expansão, sustentada pela alta demanda no mercado doméstico e pela limitada oferta no mercado internacional (OECD- FAO, 2021). A rentabilidade da atividade pecuária baseia-se principalmente, na redução dos custos de produção e qualidade do produto cárneo, onde as despesas com a alimentação, especialmente a porção energética da dieta, podem representar uma parcela significativa dos custos do sistema. Neste sentido, deve-se considerar o aproveitamento de subprodutos disponíveis como alternativas alimentares e fontes energéticas na nutrição animal (Fruet et al., 2016.; Natalello, et al., 2020.; Nobre et al., 2020).

O grão concentrado de milho é a principal fonte energética utilizada na alimentação animal, inclusive, sendo muito utilizado na terminação de ovinos, por se tratar de uma fonte rica em amido (Liu; Jh, et al., 2014.; Yahaghi, M et al., 2012). Contudo, as flutuações de preços no mercado internacional exercem efeitos diretos na rentabilidade pecuária, representando altos custos para os sistemas produtivos. Não apenas pelo valor in'situ do alimento, mas também como custo de importação de outras regiões do país ou mesmo do exterior, logística, qualidade e disponibilidade do alimento (Ramos et al., 2006). Gerando uma série de propostas a substituição do grão de milho por alimentos alternativos que funcionem como substitutos energéticos, de forma a reduzir os custos sem interferir, ou com mínima interferência, nos aspectos de qualidade de carne (Gomes et al., 2012.; Quin et al., 2020.; Nobre et al.; 2020) .

A indústria brasileira tem propiciado crescentes sobras de resíduos, os quais podem contribuir como parcela expressiva na alimentação dos ruminantes. A este exemplo, a produção de arroz gera, todos os anos, grandes volumes de farelo de arroz integral, especilmente na região Sul, caracterizada como maior produtora do grão no país (IBGE, 2021). O uso estratégico deste subproduto pode representar uma fonte alternativa para nutrição animal eliminando as deficiências nutricionais e reduzindo as variações estacionais em sistemas de produção de carne de cordeiros.

O nível energético da dieta fornecida aos animais, bem como, sua funcionalidade em detrimento de suas características físico-químicas, são determinantes para o desempenho produtivo. Contudo, a fonte e o nível energético das dietas influenciam, não apenas os aspectos produtivos (Bhatt et al., 2013), mas

também as características físico-químicas de carne (Lucioano et al., 2012, Tansawat et al., 2013). Esta diversidade alimentar, especialmente nas diferentes fases de crescimento animal, determinam variações no desenvolvimento corporal e nas características de qualidade de carne (Sañudo et al., 1998.; Martinez-Cezero et al., 2005.; Bianchi et al., 2006).

Estas informações dos sistemas alimentares dos animais que geram os produtos cárneos e derivados é uma exigência crescente dos consumidores, da indústria, e em especial, por parte dos países importadores (Prache et al, 2007). Parâmetros de inter-relações da composição da dieta animal e seus compostos funcionais com as características físico-químicas do produto final são essenciais para o processo de desenvolvimento da cadeia da carne ovina, gerando conhecimento através da pesquisa para com a aplicação dos sistemas produtivos e resultados na indústria. Em geral, a alimentação rica em concentrados produz carne com maior teor de gordura (Leão, 2011.; Modzeleswka-Kapitula et al., 2016), podendo aumentar a suculência e a maciez da mesma, variando a composição lipídica (Ciria e Asenjo, 2000.; Rech et al.; 2008).

Com este estudo, objetivou-se verificar o efeito da substituição de farelo de arroz integral ao nível de 13% como fonte energética, em detrimento do grão de milho na dieta de cordeiros confinados em terminação sob as características físico-químicas da carne.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), localizado no município de Dom Pedrito, região fisiogeográfica denominada Campanha Meridional, com altitude de 131 metros, latitude de 30° 58' 54" Sul e longitude de 54° 40' 39" Oeste, durante o período de 27 de dezembro de 2019 a 11 de março de 2020. As análises de qualidade de carne foram desenvolvidas no Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no período de 12 de Julho à 25 de Setembro de 2020 . O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CEUA-UFRGS), sob o protocolo nº 36468.

### *Animais e tratamentos*

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados 20 cordeiros machos castrados, mestiços da raça Crioula Lanada, em sistema de confinamento, com aproximadamente 150 dias de idade e peso vivo inicial de  $22,53 \pm 3,77$  kg. Os animais foram distribuídos aleatoriamente conforme peso médio em quatro tratamentos dietéticos em delineamento inteiramente casualizados com 10 repetições, conforme modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + d_{j(i)} + \varepsilon_{ij}$$

em que,  $Y_{ijk}$  = valor observado no  $i$ -ésimo tipo de energético e  $j$ -ésima repetição;  $\mu$  = média geral da variável resposta;  $\alpha_i$  = efeito fixo do  $i$ -ésimo energético;  $d_{j(i)}$  = efeito aleatório do  $j$ -ésimo animal dentro do  $i$ -ésimo energético, suposto  $d_{j(i)} \sim NID(0, \sigma_d^2)$ ;  $\varepsilon_{ij}$  = efeito aleatório associado à observação  $Y_{ij}$ , pressuposto  $\varepsilon_{ij} \sim NID(0, \sigma_\varepsilon^2)$ .

Os tratamentos foram compostos por uma dieta base (Tabela 1), formulada para atender as exigências de crescimento dos animais em 200 g/animal/dia (NRC, 2007), e substituição do milho por farelo de arroz integral na porção energética da dieta base, por meio de pré-mistura específica:

- 1) tratamento controle - dieta base, 10% milho (10% milho g/kg de MS);
- 2) tratamento FAI – 13% de farelo de arroz integral (13 g/kg de MS);

Os cordeiros permaneceram alojados em baias individuais de madeira (3 m<sup>2</sup>) e cama de areia, contendo comedouro e bebedouro.

### *Procedimento experimental*

Antes do início do experimento todos os animais receberam tratamento anti-helmíntico com Albendazol (Albenda-thor® 10%, 5 mg/kg), foram vacinados contra clostridioses (Ourovac® 10 TH, 2 mL), tosquiados, e adaptados as baias e a dieta nos primeiros 8 dias. Recebendo oferta crescente das dietas a 1; 1,5; 2 e 4% do peso vivo no primeiro, terceiro, quinto e sétimo dia, respectivamente. Após esse período de adaptação, os cordeiros passaram a ser alimentados com suas

respectivas dietas experimentais ad libitum, duas vezes ao dia, às 8h 30 e às 18h 30, com água sempre disponível.

A oferta foi ajustada todos os dias durante o período experimental de maneira a proporcionar sobras diárias de aproximadamente 20%. As quantidades ofertadas e recusadas de ração eram registradas diariamente para mensurar o consumo de matéria seca (CMS). Os cordeiros foram pesados em balança digital a cada 14 dias, com jejum prévio de sólidos de 12 horas.

O abate foi realizado em abatedouro comercial com inspeção estadual na região da Fronteira Oeste do Estado do Rio Grande do Sul à aproximadamente 90 km de distância da localização da área experimental do confinamento, de acordo com as normas do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de produtos de Origem Animal – RIISPOA (Brasil, 2017), e de abate humanitário segundo a IN nº 3 do MAPA de 17 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000d).

#### *Análises da dieta*

Amostras das dietas experimentais foram coletadas em 4 momentos e armazenadas a -30°C (tabela 1). A amostra da dieta para análise foi obtida pela mistura de quantidades iguais das subamostras coletadas. Foram realizadas análises químicas para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) conforme metodologia da AOAC (1995), fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com Van Soest, Robertson, & Lewis (1991), e fibra em detergente ácido (FDA) segundo Goering & Van Soest (1970).

#### *Análises de qualidade de carne*

Após o resfriamento (0° à 4° C, 24hs) das carcaças, foram coletadas amostras do músculo *Longissimus thoracis et lumborum*, da meia carcaça esquerda, compreendendo a porção a partir da 6° costela até o final da região lombar. As amostras foram transportadas sob refrigeração (0° à 4° C), para Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), onde foram fracionadas em duas porções. A fração mais próxima a região

torácica, entre as 6<sup>o</sup> e 12<sup>o</sup> costelas, foram destinadas imediatamente para análise de composição centesimal, capacidade de retenção de água, pH e comprimento de sarcômero. Já a fração referente à região lombar, a partir da 12<sup>o</sup> costelas, foram envoltas em papel alumínio e filme plástico e armazenadas à vácuo em freezer (-21°C) para posterior realização das análises físicas (Figura 1).

A composição centesimal da carne foi mensurada por medidas de espectroscopia de refletância visível e no infravermelho próximo (VIRS - Visible and infrared scanner/NIRS - Near-infrared spectroscopy), no equipamento Espectrofotômetro Infravermelho Próximo (NIR) FOSS FoodScan Meat Analyse TM com modelo de calibração de rede neural artificial e banco de dados associado sobre o AOAC International, reconhecido conforme método oficial (A. O. A. C, 2012b) em carne e produtos cárnicos, compreendendo as variáveis de umidade, proteínas, lipídios, colágeno e cinzas. As amostras *in natura* embaladas a vácuo foram porcionadas, trituradas e homogeneizadas após previa exposição padrão de 30 minutos ao oxigênio e iluminação natural. As observações de espectro foram obtidas em comprimento de onda de 350 a 2500 nm, em medida de duplicatas por cada amostra referente a cada animal de ambos os tratamentos.

O potencial hidrogeniônico (pH) foi mensurado em potenciômetro digital portátil modelo mPA-210P, equipado com eletrodo de pH e compensação automática de temperatura (MS Tecnopon Equipamentos Especiais Ltda., Piracicaba, São Paulo) utilizando 5g de amostra em 50mL de água destilada e deionizada, trituradas em processador, e as leituras efetuadas após 30min (AOAC, 1995).

A capacidade de retenção de água foi obtida através do método de compressão em papel filtro reportado por Grau e Hamm (1953), adaptado por Hamm (1986). Para o procedimento utilizou-se 0,3 ( $\pm$  0,05) g de amostra sob papel filtro, previamente pesados em balança analítica, prensados entre placas de metacrílico 9X12 cm, com um peso de 2,25 Kg pelo tempo de 5 minutos. Posteriormente a compressão, separou-se a amostra do papel filtro e pesou-se ambos para obtenção da CRA, expressa na percentagem por diferença de peso inicial.

O comprimento de sarcômero foi avaliado usando-se equipamento a laser Modelo Laser Radiation – 632,8nm/1mV – HE-NE Laser-3B – U21840. Com auxílio de bisturi foram obtidas as amostras e assim colocadas em lâmina, hidratadas com solução de glicose 0,2M, sobre as mesmas lamínulas. Usou-se o método de

Difração a Laser proposto por (Cross et al., 1981). A lâmina com a amostra era colocada na plataforma de suporte do Laser para que o feixe de luz passasse por ela num ângulo de 90°. Ao atravessá-la o feixe de luz fornece bandas de difração sobre o papel localizado a 10 cm da amostra. As linhas do sarcômero eram então delimitadas com traço feito com lápis e régua. Posteriormente seu comprimento medido com uso de paquímetro. Foram feitas 10 determinações de cada amostra de carne. Os resultados obtidos foram trabalhados e transformados por meio de equação matemática.

Para determinação das análises físicas (cor, força de cisalhamento e perfil de textura), em cada músculo foram seccionados transversalmente em forma de bifes com uma polegada (2,54 cm) de espessura e destinadas à cocção.

A avaliação instrumental da cor foi realizada diretamente na superfície da carne, após 30 min de exposição ao ar. Utilizou-se um colorímetro Minolta® CM-700D (Konica Minolta, Japão), com iluminante A, diâmetro de área medida de 3 mm, ângulo de observação 10° e componente especular incluído (SCI). Cada valor foi a média de seis determinações por amostra. Os descritores registrados de acordo com o sistema CIELab foram luminosidade ( $L^*$ ), intensidade de vermelho ( $a^*$ ), intensidade de amarelo ( $b^*$ ), saturação ( $C^*$ ) e tonalidade ( $H^*$ ), de acordo com a American Meat Science Association (AMSA, 2012). Os espectros de refletância de comprimento de onda de 360 a 740 nm também foram registrados para o cálculo da formação de metamioglobina (MMb) (AMSA, 2012).

Foram avaliadas as perdas por descongelamento e cocção. Para tanto, as amostras foram descongeladas sob refrigeração a 4°C durante 24 horas, obtendo-se as perdas no descongelamento pela diferença de peso antes e depois do descongelamento. Em seguida, foram cozidas sob papel alumínio em grelha (Grill elétrico Modelo George Foreman Jumbo) á 170°C, até atingirem a temperatura de 71 °C no centro geométrico das amostras e viragem à 40°C, obtendo-se as perdas na cocção (gotejamento + evaporação) pela diferença de peso antes e depois do cozimento. A pesagem da exsudação permitiu o fracionamento das perdas por cocção em gotejamento e evaporação (obtido pela diferença entre cocção e gotejamento). Posteriormente, as amostras cozidas foram destinadas para análise da força de cisalhamento e perfil de textura.

Foi determinada a força de cisalhamento - WBS (*Warner-Bratzler Shear force*) em texturômetro XTPlus com aplicativo Exponent v.6.1.5.0 (Stable Microsystems

Ltd., Surrey, England), de acordo com as diretrizes do AMSA (1995), tendo sido efetuada 10 determinações para cada unidade experimental. Por meio de um perfurador metálico foram retirados os núcleos com diâmetro de 1,27mm (0,5”) paralelamente a orientação das fibras, de modo que a ação do corte fosse feita perpendicular as fibras musculares. Foi usada lâmina com 1,016mm (0,0040”) de espessura com corte em forma de V (ângulo de 60°).

O perfil de textura foi realizado no sentido perpendicular as fibras musculares das amostras de 1x1x1cm em texturômetro XTPlus com aplicativo Exponent v.6.1.5.0 (Stable Microsystems Ltd., Surrey, England), utilizando sonda arredondada de alumínio com 36 mm de diâmetro, ciclo de dupla compressão à 80% da altura original, velocidade de pré-teste de 1 mm/s, velocidade de teste de 1 mm/s e velocidade de pós-teste de 1 mm/s, tendo sido efetuada seis determinações para cada unidade experimental. Foram avaliadas dureza, coesividade, mastigabilidade e fraturabilidade (Bourne, 1978).

#### *Análises estatísticas*

Os dados foram submetidos a análise de variância univariada (ANOVA) pelo procedimento MIXED, suas médias estimadas com o comando LSMEANS e comparadas pelo teste Tukey. Adicionalmente, foram realizadas as análises de estatística descritiva e correlação linear simples de Pearson, respectivamente, utilizando procedimentos MEANS e CORR.

Além disso, os dados foram sujeitos a análise de variância multivariada (MANOVA) complementada pela técnica de componentes principais utilizando os procedimentos GLM, PRINQUAL, PRINCOMP e FACTOR.

As análises estatísticas foram executadas no aplicativo SAS<sup>®</sup> *System for Windows*<sup>™</sup> versão 9.4 (SAS Institute Inc., Cary - NC, USA), ao nível de 5% de significância.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### *Composição Química*



A substituição do farelo de arroz integral em detrimento do grão de milho ao nível de 13% na porção energética da dieta dos cordeiros aumentou ( $P < 0,05$ ) os níveis de lipídios totais e proteína bruta, diminuindo o teor de cinzas na composição centesimal da carne, sem interferir ( $P > 0,05$ ) no teor de umidade (Tabela 5).

Em geral, a fração lipídica é que apresenta a maior variação, tanto no músculo quanto na carcaça dos animais (Macedo, 2000) sendo influenciada, entre outros fatores, especialmente pela origem e o nível energético da dieta. O que justificaria o incremento no nível de energia fornecida pelo FAI, promovendo a produção de ácidos graxos voláteis no rúmem e conseqüentemente no nível de energia metabolizável. Demonstrando assim, que, o aumento do nível lipídico com a inclusão do FAI ao nível de 13% na MS da dieta, além de não afetar a digestibilidade da fibra e carboidratos não estruturais, pode incrementar a deposição lipídica no músculo em detrimento do grão de milho.

Este efeito pode estar relacionado às diferenças básicas na estrutura dos lipídios para a concentração molar dos ácidos graxos voláteis produzidos no rúmem (Palmquist e Jenkins, 1980.; Jenkins, 1993.; Penner, Steele, Aschenbach e McBride, 2011). Onde os ácidos graxos insaturados podem exercer maior efeito depressor na fermentação ruminal em relação aos ácidos graxos saturados (Palmquist e Jenkins, 1980; Jenkins, 1993). Tendo no FAI uma alta concentração de triglicerídeos, como fonte de ácidos graxos saturados, representados predominantemente pelos ácidos palmítico, oleico e linoleico (Warren e Farrel, 1990.; Goffman et al., 2003), de forma que não cause depressão na atividade fermentativa ruminal e proporcione maior nível de energia metabolizável absorvida no intestino dos animais. Segundo, Hocquette et al., (2010), quanto maior a ingestão de glicose no músculo dos ruminantes, maior a deposição de gordura intramuscular, resultante do equilíbrio entre absorção, síntese e degradação dos triglicerídios.

Neste sentido, Rech et al., (2008), também observaram aumento dos lipídios totais na composição centesimal da carne de cordeiros semi-confinados, com a inclusão de 0,15 e 30% de FAI na porção energética da dieta. Os valores encontrados de 4,45, 4,91 e 5,51% respectivamente, não diferiram estatisticamente entre os níveis crescentes de inclusão do FAI nos referidos tratamentos. Todavia, o nível de 15% aumentou o percentual de ácidos graxos monoinsaturados no perfil lipídico da carne em relação aos demais tratamentos. Demonstrando que, possivelmente, este nível de inclusão pode oferecer melhores condições para o

processo de biohidrogenação ruminal, concomitantes a uma taxa elevada de nutrientes não degradáveis no rúmem para absorção intestinal (Elliott; Ferreiro; Priego e Preston, 1978.; Aldrich, 1993).

Semelhante aos resultados observados por Rech et al., (2008) em nível de inclusão de 15% de FAI, o nível de 13% utilizado na dieta dos cordeiros, possibilitou maior ( $P < 0,05$ ) deposição lipídica e proteica nos tecidos, não apenas pela quantidade, mas também pela qualidade de nutrientes pós ruminação absorvidos no intestino delgado, sem afetar os padrões de fermentação ruminal nos animais (Valdez et al., 1977), como amido e proteínas não degradáveis no rúmem (Elliott; Ferreiro; Priego e Preston, 1977.; Aldrich, 1993).

Este efeito pode estar relacionado com o tamanho de partícula do FAI em relação ao grão de milho, onde a taxa de degradação e velocidade de passagem pelo rúmem pode interferir na quantidade de nutrientes fermentados no rúmem ou absorvidos no intestino (Blanco et al., 2014.; Andrés et al., 2019). Ao passo que, a inclusão do FAI pode incrementar os níveis energéticos e proteicos, como polímeros de glicose ligados ao alfa, amido e proteínas não degradáveis no rúmem em relação ao tratamento com grão de milho. Além disso, a maior digestão de amido no intestino delgado pode ter promovido níveis mais elevados de glicose absorvida no sangue, proporcionando maior secreção de insulina para lipogênese dos adipócitos (Gathercole et al., 2011), corroborando com maior acúmulo de gordura intramuscular.

Os teores de proteína observados para os distintos tratamentos estão de acordo com a literatura para sistemas de terminação de cordeiros com diferentes fontes energéticas (Rowe et al., 1999.; Blanco et al., 2014.; Andrés et al., 2019). Já os níveis lipídicos na composição centesimal da carne dos cordeiros, apresentaram valores superiores aos encontrados por Rech et al., (2008), mesmo em nível de 30% de inclusão do FAI. No entanto, vale ressaltar que, o teor lipídico depositado no músculo pode sofrer variações em relação à fatores intrínsecos e extrínsecos aos animais (Sañudo; Sanchez e Alfonso, 1998). A este exemplo, pode ser citado principalmente, grupo genético, peso de abate, categoria animal, nível e fonte energética, relação volumoso:concentrado e qualidade da fibra na dieta dos animais (Rowe et al., 1999.; Perez et al., 2002.; Madruga et al., 2005.; Arruda et al., 2012.; Fruett et al., 2016).

Já para o menor ( $P < 0,05$ ) conteúdo de cinzas encontrados no músculo dos animais FAI em relação ao efeito de tratamento, pode-se observar uma correlação negativa em relações ao maior teor de lipídios totais na composição centesimal. Nobre et al, (2020), trabalhando com níveis crescentes de resíduo agroindustrial de goiaba na terminação de cordeiros, observaram efeito inverso ao presente estudo. O teor de cinzas foi paralelo ao nível de inclusão na dieta, com atribuição ao conteúdo de cinzas no resíduo de goiba. Contudo, a concentração de cinzas no FAI pode variar, principalmente com a quantidade de casca e do processo de polimento do grão que gera o resíduo (Goffman; Pinson e Bergman, 2003). Além disso, a alta concentração de triglicerídeos (Warren e Farrel, 1990), amido e o teor de NDT, em torno de 70% (Belyea et al., 1989), pode ter influenciado na maior deposição de lipídios e proteína na composição dos tecidos.

Segundo, Modzelewaska-Kapitula, e Zenon (2016), dietas altamente energéticas também podem interferir no conteúdo de colágeno no músculo, inclusive, aumentando o teor de colágeno solúvel em relação ao insolúvel quando proporcionado maior velocidade de ganho de peso. Todavia, não caracterizou-se efeito de tratamento ( $P > 0,05$ ) no teor do colágeno total com este nível de inclusão do FAI, mesmo porque, as características de desempenho e diferenças de colágeno solúvel e insolúvel não foram avaliadas neste estudo. Os resultados observados estão de acordo com o encontrado por Starkey et al., (2016), para conteúdo de colágeno no músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros.

A composição química da cor para pigmentos heme, OMb (oximioglobina), DMb (desoximioglobina) e MMb (metamioglobina), também não demonstrou efeito ( $P > 0,05$ ) de tratamento, com valores semelhantes aos encontrados por Osório; Osório e Sañudo (2009). Contudo, estas características são passíveis de alta variabilidade em relação, tanto aos animais quanto ao sistema de produção, e especialmente, ligadas ao processo *pós-mortem* (Martinez-Cezero, 2005).

### *Composição Física*

Em geral, a composição física da carne dos cordeiros não foi influenciada ( $P > 0,05$ ) pelo grau de inclusão de 13% do FAI em detrimento do grão de milho na porção energética da dieta dos animais (Tabela 6).

O pH da carne não diferiu ( $P>0,05$ ) com a inclusão do FAI, sendo o valor médio observado de 5,6 para os distintos tratamentos. Demonstrando condições adequadas para qualidade final da carne de cordeiro (Sañudo, 2008.; Martinez-Cezero et al., 2005). Já os valores de CRA e perdas foram variados em relação à literatura (Bond e Warner, 2007.; Sañudo, 2008), mas também, não diferiram ( $P>0,05$ ) entre tratamentos. A média observada para CRA de 9,9% foi inferior ao resultado encontrado por Bianchi et al., (2006) de 15,4% em cordeiros Corriedale com distintos pesos de abate. As perdas por cocção, em geral, foram maiores que os valores médios encontrados por Bond e Warner (2007), porém, com acumulado em perdas totais semelhante, apresentando médias de 45,9 e 50%, respectivamente. Estas variações da CRA e percentagem de perdas na carne são influenciáveis por fatores que vão, desde o teor de gordura, peso e grupo genético até as interações iônicas das proteínas no tecido esquelético muscular dos animais (Grau e Hamm, 1953; Hamm, 1986.; Bond e Warner, 2007).

Em relação ao atributo cor de carne, nenhuma das coordenadas mensuradas  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  e  $h^*$  foram afetadas ( $P>0,05$ ) pela inclusão do FAI na dieta. Os resultados observados estão de acordo com os resultados encontrados por Fruet et al., (2016) em carne de ovelhas alimentadas com grão de milho, sorgo ou aveia em sistemas de terminação.

Para as variáveis relacionadas ao atributo de maciez de carne, a força de cisalhamento (WBS) e perfil de textura (TPA) apresentaram valores médios extremamente baixos em relação à literatura (Sañudo et al., 1998.; Osório; Osório e Sañudo, 2009). Ambas as características de WBS e TPA, não apresentaram diferença significativa ( $P<0,05$ ) para efeito de tratamento da inclusão do FAI em detrimento do grão de milho. Os valores médios dos tratamentos de 2,16 Kg para WBS e 174,6 N de dureza para TPA indicam carne extremamente macia pós-cocção (Bourne 1978; 2002.; Shackelford et al., 1991.; Weeler et al., 1997).

Quanto ao comprimento de sarcômero, empregado na amostra in'natura, o valor médio observado foi de 2,26  $\mu\text{m}$ , não obtendo efeito ( $P>0,05$ ) de tratamento. Os resultados estão de acordo com os achados por Bond e Warner (2007) e Starkey et al., (2015) para carne de cordeiros. Corroborando, desta forma, com a caracterização de carne macia em ambos os tratamentos na amostra crua (Locker, 1960.; Ruddick e Richards, 1975.; Lyon e Buhr, 1999).

## **CONCLUSÕES**

A utilização do farelo de arroz integral ao nível de 13% da MS na dieta de cordeiros confinados mostrou-se uma boa alternativa de substituição em detrimento do grão de milho. A inclusão do FAI influenciou a composição química da carne de cordeiros, aumentando a deposição de gordura intramuscular e proteína bruta nos tecidos sem interferir nas características físicas e conseqüentemente nos principais atributos de qualidade, como cor e maciez de carne.

O presente trabalho demonstra a necessidade de mais estudos em relação à inclusão do FAI na dieta de cordeiros em distintos sistemas de terminação, grupos genéticos e demais análises físico-químicas para qualidade de carne, especialmente, relacionadas aos atributos sensoriais, como, cor, sabor, maciez e suculência.

## **AGRADECIMENTO**

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo e produtividade concedida. Ao Centro de Ensino e Pesquisa em Ovinocultura da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CEPOV – UFRGS) e ao Núcleo de Pesquisa em Pequenos Ruminantes da Universidade Federal do Pampa – Campus Dom Pedrito (NUPPER – UNIPAMPA) pela concessão dos animais, estrutura e colaboradores para a realização desse experimento. Ao Núcleo Integrado em Desenvolvimento de Análises laboratoriais (NIDAL – UFSM) e Departamento em Ciência e Tecnologia dos Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria na realização das análises.

## REFERÊNCIAS

- Aldrich, J.M.; Muller, L.D.; Varga, G.A.; Griel, Jr., L.C. Nonstructural carbohydrate and protein effects on rumen fermentation, nutrient flow and performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Savoy, v. 76, p. 1091-1105, 1993. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77438-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77438-X)
- American Meat Science Association (AMSA). (2012). *Meat Color Measurement Guidelines*. <https://doi.org/10.1007/s11786-018-0341-9>.
- American Meat Science Association (AMSA). (1995). Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Chicago: National Live Stock and Meat Board, 47.
- Andrés, S., Jaramillo, E., Mateo, J., Caro, I., Carballo, DE, López, S., & Giráldez, FJ (2019). *Tamanho de moagem de grãos de cereais em dietas peletizadas completas para cordeiros em crescimento: Efeitos no desempenho animal, características de carcaça e qualidade da carne*. *Meat Science*, 107874. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107874>
- Arruda, L.; César, P.; Pereira, S.; Pimentel, E.G.; Bomfim, P.D.; Aurélio, M.; Yurika, M.I.; Ribeiro, A.; Fontenele, E.L.M.; Filho, R.L.R.; Gilson, J. (2012). Perfil de graxos no Longissimus dorsi de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. *Semina: Ciências Agrárias*. V, 33 (3), 1229-1239 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744113027>
- Association of official analytical chemists (AOAC). (1995). *Official methods of analysis*. 16th ed. Washington, DC: AOAC.
- Association of official analytical chemists (AOAC) (2012). *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL (2012a)*. 19th Ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, USA, Official Method 2007.04.
- Arruda, L.; Pereira, P.C.S.; Pimentel, E.G.; Bomfim, P.D.; Mizubuti, M.A.; Ribeiro, I.Y.A.; Fontenele, E.L.M.; Filho, R.L.R.; Gilson y, J. (2012). "Perfil de ácidos graxos no Longissimus dorsi de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos." *Semina: Ciências Agrárias*, Vol. 33, núm.3, pp.1229-1239 [Consultado: 22 de Agosto de 2021]. ISSN: 1676-546X. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744113027>
- Belyea, R.L.; Steevens, B.J.; Restrepo, R.J.; Clubb, A.P. (1989). Variation in composition of by-product feeds. *Journal of Dairy Science*, Savoy, v.72, p. 2339. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79366-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79366-8)
- Bhatt, R.S., Soren, M.N., Sahoo, A., & Karim, S.A. (2013). Level and period of realimentation to assess improvement in body condition and carcass quality in cull ewes. *Tropical Animal Health and Production*, 45, 167–176. <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0188-z>

- Bianchi, G, Garibotto, G, Feed, O, Bentancur, O, & Franco, J. (2006). Efeito do peso de abate sobre a qualidade da carcaça e da carne de cordeiros Corriedale puros e mestiços. *Archives of Veterinary Medicine*, 38 (2), 161-165. <https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2006000200010>
- Blanco, C., Bodas, R., Prieto, N., Andrés, S., López, S., & Giráldez, FJ (2014). *Concentrado mais pellets de palha de cevada moída podem substituir os sistemas convencionais de alimentação para cordeiros de engorda leve*. *Small Ruminant Research*, 116 (2-3), 137-143. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.11.008>
- Bond, J. J., & Warner, R. D. (2007). *Ion distribution and protein proteolysis affect water holding capacity of Longissimus thoracis et lumborum in meat of lamb subjected to antemortem exercise*. *Meat Science*, 75(3), 406–414. doi:10.1016/j.meatsci.2006.08.005
- Bourne, M. C. (1978). Texture profile analysis. *Food Technology*, 32(7), 62-72.
- Brasil. (2000). Instrução normativa nº 3, de 17 de janeiro de 2000., 3–10. Retrieved from <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/arquivos/arquivos-legislacao/in-03-de-2000.pdf>
- Ciria, J.; Asenjo, B. (2000). Factores a considerar en el presacrificio y postsacrificio. In: CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. p.19-45.
- Cross, H.R.; West, R.L., Dutson, T.R. (1981). Comparasion of methods for mensuring sarcomere length in beef semitendinosus muscle. *Meat Science*, 5, 261-266. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(81\)90016-4](https://doi.org/10.1016/0309-1740(81)90016-4).
- Elliott, R.; Ferreiro, H.M.; Priego, A.; Preston, T.R. Rice polishings as a supplement in sugar cane diets: the quantities of starch (alpha-linked glucose polymers) entering the proximal duodenum. *Tropical Animal Production*, Yucatan, México, v. 3, p. 30, 1978.
- Fruet, APB, Stefanello, FS, Rosado Júnior, AG, Souza, ANM de, Tonetto, CJ, & Nörnberg, JL (2016). *Grãos integrais na terminação de ovelhas de descarte em pastagem ou confinamento: desempenho, características de carcaça e qualidade da carne*. *Meat Science*, 113, 97–103. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.11.018>
- Gathercole, L.L.; Morgan, S.A.; Bujalska, I.J.; Hauton, D.; Stewart, P.M.; Tomlinson, J.W. (2011). Regulação da lipogênese por glicocorticóides e insulina no tecido adiposo humano. *PLoS One*, 6 ( 10 ), Artigo e26223
- Goering, H. K., & Van Soest, P. J. (1970). Forage fiber analyses (Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications. *U.S. Department of Agriculture*, (379), 20.

- Goffman, FD, Pinson, S. & Bergman, C. (2003) Diversidade genética para conteúdo de lipídios e perfil de ácidos graxos em farelo de arroz. *J Amer Oil Chem Soc* **80**, 485–490. <https://doi.org/10.1007/s11746-003-0725-x>
- Gomes, Thalles & Carvalho, Luiz & Freitas, Ednardo & Nepomuceno, Rafael & Ellery, Everardo & Moreira, Rennan. (2012). Farelo de arroz integral em rações para leitões de 43 a 67 dias de idade. *Ciência Animal Brasileira*. 13. 10.5216/cab.v13i2.13528.
- Grau, R. Hamm, R. (1953). A simple method for determination of water-binding in muscle. *Naturwissenschaften*, 40, 29-35. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2018.e18>
- Hamm, R. (1986). Functional propertie soft hemiofibrilar system and theirmeasurement. In: Bechtel, P.J (Ed.). Muscle as food. Orlando: Academic Press, p.135-199.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2021). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, março de 2021**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemico-da-producao-agricola>. Acesso em: maio de 2021.
- JF Hocquette , F. Gondret , E. Baéza , F. Médale , C. Jurie , DW Pethick. (2010). Conteúdo de gordura intramuscular em animais produtores de carne: desenvolvimento, controle genético e nutricional e identificação de marcadores putativos. *Animal* , 4 , pp. 303 - 319
- Jenkins, T.C. Lipid metabolism in the rumen. Symposium: advances in ruminant lipid metabolism. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.76, n.12, p.3851-3863, 1993. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77727-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77727-9)
- Leão, A.G. et al. (2011). Características nutricionais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 5, p. 1072-1079.
- Liu, J.H., Xu, T.T., Liu, Y.J., Zhu, W.Y., & Mao, S.Y. (2014). A high-grain diet alters the omasal epithelial structure and expression of tight junction proteins in a goat model. *The Veterinary Journal*, 201, 95–100. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.03.025>
- Luciano, G., Biondi, L., Pagano, R.I., Scerra, M., Vasta, V., López-Andrés, P., ... Avondo, A. (2012). The restriction of grazing duration does not compromise lamb meat colour and oxidative stability. *Meat Science*, 92, 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.03.017>
- Lyon, C.E., Buhr, R.J. (1999). Biochemical basis of meat texture. In: RICHARDSON, R.I.; MEAD, G.C. (Eds.). **Poultry meat Science**. (Poultry Science Symposium Series, v.25) England: CABI Publishing, p.99-126, 1999.



- Macedo, F.A.F.; Siqueira, E.R.; Martins, E.N. et al.(2000) Qualidade de carcaças de cordeiros Corriedale, Bergamácia, Corriedale x Bergamácia, hampshire Down x Corriedale terminados em pastagem e confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 5, p. 1520-1527.
- Madruga, M.S.; Souza, W.H.; Rosales, M.D.; Cunha, M.G.G.; Ramos, J.L.F. (2005). Qualidade da Carne de Cordeiros Santa Inês Terminados com Diferentes Dietas. *R. Bras. Zootec.*, v.34, n.1, p.309-315.
- Martínez-Cerezo, S., Sañudo, C., Panea, B., Medel, I., Delfa, R., Sierra, I.,... Olleta, JL (2005). *Efeito da raça, do peso de abate e do tempo de envelhecimento nas características físico-químicas da carne ovina. Meat Science*, 69 (2), 325-333. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.08.002>
- Modzelewska-Kapituła, M., & Nogalski, Z. (2016). A influência da dieta no conteúdo de colágeno e atributos de qualidade do músculo infraespinhal de touros Holstein-Friesian. *Meat Science*, 117, 158-162. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.003>
- Natalello, A., Priolo, A., Valenti, B., Codini, M., Mattioli, S., Pauselli, M.,... Luciano, G. (2019). *O subproduto da romã na dieta melhora a estabilidade oxidativa da carne de cordeiro. Meat Science*, 108037. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108037> R
- National Research Council (NRC). (2007). *Nutrient requirements of sheep*. Washington, D.C.: National Academy Press, 408p.
- Nobre, PT, Munekata, PES, Costa, RG, Carvalho, FR, Ribeiro, NL, Queiroga, RCRE,... Lorenzo, JM (2020). *Impacto da suplementação alimentar com resíduo agroindustrial de goiaba (Psidium guajava L.) no desempenho produtivo e na qualidade da carne de cordeiros. Meat Science*, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108105>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) and the Food and Agriculture Organization OECD/FAO (2020), *OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029*, FAO, Rome/OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/1112c23b-en>
- Osório, José Carlos da Silveira, Osório, Maria Teresa Moreira e Sañudo, Carlos. (2009). Características sensoriais da carne ovina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, pp. 292-300. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300029>.
- Palmquist, D.L. : Jjenkins, T.C. Fat in lactation ration: Review. *Journal Dairy Science*, Savoy, v.63, p. 1, 1980. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)82881-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)82881-5)
- Penner, G.B., Steele, M.A., Aschenbach, J.R., & McBride, B.W. (2011). Ruminant nutrition symposium: Molecular adaptation of ruminal epithelia to highly fermentable diets. *Journal of Animal Science*, 89, 1108–1119. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3378>

- Perez, O.; Ramon, J et al. (2002). Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas. *Food Science and Technology*. v. 22, pp. 11-18. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612002000100003>
- Prache, S.; Martin, B.; Noziere, P, et al. Authentication de l'alimentation des ruminants à partir de la composition de leurs produits et tissus. *Productions Animales*. Paris, v.20, n.4, p.295-308, 2007. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2007.20.4.3467>
- Prates, J. A. M., Quaresma, M. A. G., Bessa, R. J. B., Fontes, C. M. G. A., & Alfaia, C. M. P. M. (2006). Simultaneous HPLC quantification of total cholesterol, tocopherols and  $\beta$ -carotene in Barrosã-PDO veal. *Food Chemistry*, 94(3), 469–477. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.021>
- Qin, X., Zhang, T., Cao, Y., Deng, B., Zhang, J., & Zhao, J. (2020). Effects of dietary sea buckthorn pomace supplementation on skeletal muscle mass and meat quality in lambs. *Meat Science*, 166, 108141. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108141>.
- Ramos, L. S. N.; Lopes, J. B.; Figueirêdo, A. V. de.; Freitas, A. C.; Farias, L. A.; Santos, L. S.; Silva, H. O. Polpa de caju em rações para frangos de corte na fase final: desempenho e características de carcaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n. 3, p. 804-810, 2006. DOI:10.1590/S1516-35982006000300024
- Rech et al. (2008) Inclusão do farelo de arroz integral na dieta para ovinos e o perfil lipídico do músculo Longissimus dorsi. *R. Bras. Agrociência*, Pelotas, v.14, n 4-4,p.121-124.
- Rowe, A., Macedo, FA., Visentainer, J., Souza, N., & Matsushita, M. (1999). Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. *Meat Science*, 51 (4), 283–288. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00063-1](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00063-1)
- Ruddick, J.E.; Richards, J.F. Comparison of sarcomere length measurement of cooked chicken pectoralis muscle by laser diffraction and oil immersion microscopy. *Journal of Food Science*, v.40, p.500-5001, 1975.
- Sañudo Astiz, Carlos. (2008). Carcass and meat lamb and kid quality and development of consumer acceptability. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 22, pp. 143-160. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001300018>
- Sañudo, C., Sanchez, A., & Alfonso, M. (1998). *Sistemas de produção de pequenos ruminantes e fatores que afetam a qualidade da carne ovina*. *Meat Science*, 49, S29 – S64. <https://doi.org/10.1017/S1357729800008948>
- Shachelford, S.D.; Morgan, L.B., Cross, H.R., Savell, J.W. (1991). Identification of threshold levels for warner-bratzler- shear force in beef top loin steaks. *Journal of Muscle Foods*, v.2, p.289-296.

- Starkey, C. P., Geesink, G. H., Oddy, V. H., & Hopkins, D. L. (2015). *Explaining the variation in lamb longissimus shear force across and within ageing periods using protein degradation, sarcomere length and collagen characteristics*. *Meat Science*, *105*, 32–37. doi:10.1016/j.meatsci.2015.02.011
- Starkey, C. P., Geesink, G. H., Collins, D., Hutton Oddy, V., & Hopkins, D. L. (2016). *Do sarcomere length, collagen content, pH, intramuscular fat and desmin degradation explain variation in the tenderness of three ovine muscles?* *Meat Science*, *113*, 51–58. doi:10.1016/j.meatsci.2015.11.013
- Tansawat, R., Maughan, CAJ, Ward, RE, Martini, S., & Cornforth, DP (2012). *Caracterização química da carne bovina alimentada a pasto e grãos relacionada aos atributos de qualidade e sabor da carne*. *International Journal of Food Science & Technology*, *48* (3), 484–495. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03209.x>
- Valdez R E, Alvarez F J, Ferreiro H M Guerra F, Lopez J, Priego A, Blackburn T R, Leng R A & Preston T R. (1977). Rumen n function in cattle given sugar cane. *Trop Anim*
- 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. *Journal of Dairy Science*, *74*(10), 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Yahaghi, M., Liang, J.B., Balcells, J., Valizadeh, R., Seradj, A.R., Alimon, R., & Ho, Y.W. (2012). Effect of replacing barley with corn or sorghum grain on rumen fermentation characteristics and performance of Iranian Baluchi lamb fed high concentrate rations. *Animal Production Science*, *52*, 263–268. <https://doi.org/10.1071/AN11181>
- Warren, B.E.; Farrell, D.J. The nutritive value of full-fat and defatted Australian rice bran. I. Chemical composition. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v.27, n.3, p.219-228, 1990. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(90\)90084-L](https://doi.org/10.1016/0377-8401(90)90084-L)
- Weeler, T.L., Shackelford, S.D.; Koohmaraie, M. (1997b). Standardizing collection and interpretation of Warner-Bratzler shear force and sensory tenderness data. 50<sup>ST</sup> ANNUAL RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 1997. *Proceedings...* v.50, p.68-77.

**Tabela 1.** Ingredientes e níveis de inclusão de milho ou farelo de arroz integral nas dietas experimentais de cordeiros confinados.

<b>Ingredientes (g/kg)</b>	<b>Tratamentos</b>	
	<b>Controle</b>	<b>FAI</b>
Casca de soja	75	74
Farelo de soja	14	11
Farelo de arroz integral	0	13
Milho	10	0
Sal mineral	1	1
<b>Composição química (% MS)</b>		
Matéria Seca	91,02	89,9
Proteína bruta	15,5	12,2
Fibra em detergente neutro	61,73	61,8
Fibra em detergente ácido	42,0	41,0
Cinzas	5,0	6,9
Extrato etéreo	2,5	4,6

\*Expressos como g de equivalente por kg de matéria seca.

FAI = farelo de arroz integral. g/kg = proporção de gramas por quilogramas.

**Tabela 2.** Composição química (%) da carne de cordeiros terminados em confinamento com diferentes fontes energéticas na dieta.

Variáveis	Dietas		Média	P-value	EPM	CV
	Milho	FAI <sup>1</sup>				
Umidade	72,9	72,9	72,9	0,9889	0,22	1,26
Cinzas	3,16 <sup>a</sup>	1,62 <sup>b</sup>	2,39	0,0006	0,26	43,3
Lipídios	5,12 <sup>b</sup>	5,87 <sup>a</sup>	5,49	0,0302	0,18	13,4
Proteínas	18,8 <sup>b</sup>	19,6 <sup>a</sup>	19,2	0,0167	0,17	3,66
Colágeno	1,79	1,73	1,76	0,6553	0,06	13,7
Colágeno <sup>2</sup>	9,50	8,88	9,19	0,3876	0,34	15,4
OMb <sup>3</sup>	46,8	51,2	49,0	0,1819	1,62	13,6
DMb <sup>4</sup>	36,1	33,3	34,7	0,4581	1,78	21,1
MMb <sup>5</sup>	17,1	15,4	16,2	0,2596	0,71	18,0

P-value = valor probabilístico; EPM = erro padrão da média; CV (%) = coeficiente de variação.

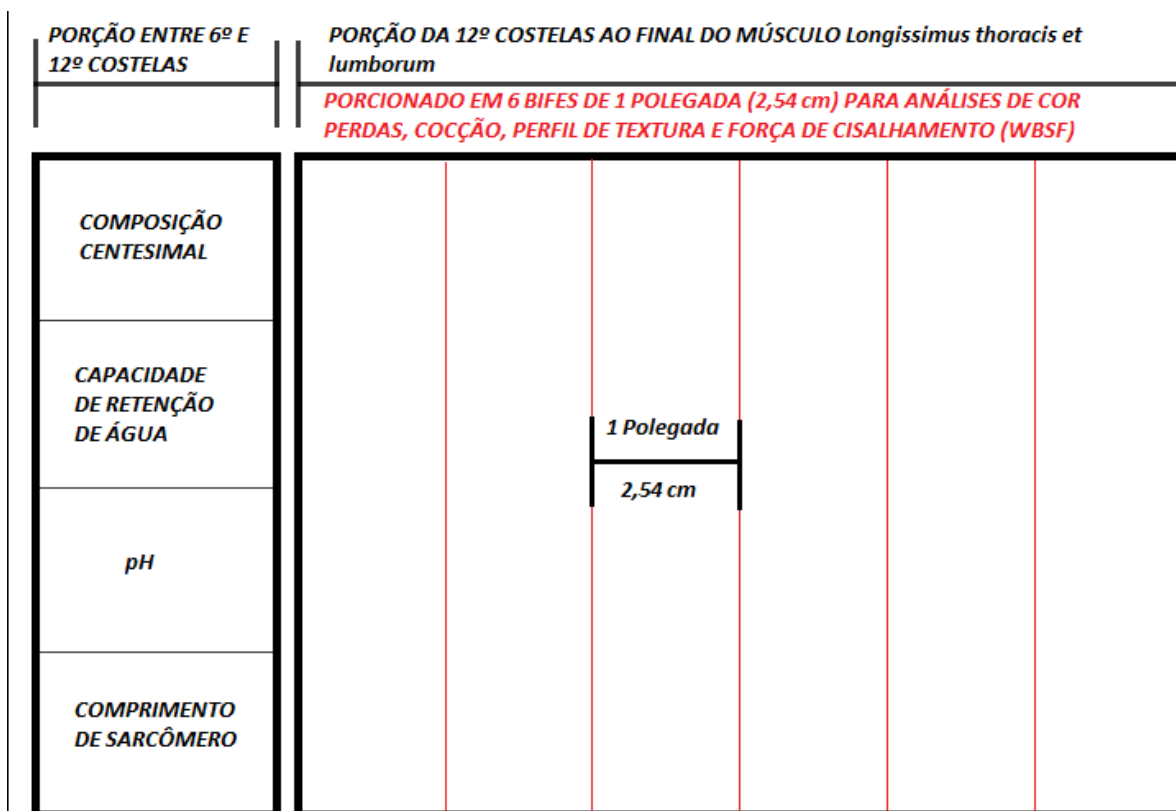
<sup>1</sup> FAI = Farelo de arroz integral; <sup>2</sup> em % da proteína; <sup>3</sup> OMb = oximioglobina; <sup>4</sup> DMb = desoximioglobina; <sup>5</sup> MMb = metamioglobina.

**Tabela 3.** Composição física da carne de cordeiros terminados em confinamento com diferentes fontes energéticas na dieta.

Variáveis	Dietas		Média	P-value	EPM	CV
	Milho	FAI <sup>1</sup>				
pH	5,70	5,63	5,66	0,3559	0,04	2,67
CRA <sup>2</sup> , %	9,78	10,1	9,94	0,7722	0,58	23,9
PD <sup>3</sup> , %	3,87	4,52	4,19	0,6055	0,60	59,6
PC <sup>4</sup> , %	49,1	42,7	45,9	0,2023	2,45	21,9
PEX <sup>5</sup> , %	10,3	9,15	9,72	0,5302	0,90	37,9
PEV <sup>6</sup> , %	38,7	33,5	36,1	0,1488	1,78	20,2
PT <sup>7</sup> , %	52,9	47,2	50,0	0,2870	2,61	21,4
L* <sup>8</sup>	36,6	38,0	37,3	0,2395	0,59	6,53
a* <sup>9</sup>	16,9	16,8	16,8	0,9063	0,34	8,22
b* <sup>10</sup>	10,4	11,1	10,7	0,3250	0,35	13,5
C <sup>11</sup>	19,8	20,2	20,0	0,7380	0,45	9,35
H <sup>12</sup>	31,4	33,3	32,3	0,0522	0,50	6,44
CS <sup>13</sup> , µm	2,25	2,28	2,26	0,4752	0,02	3,68
WBS <sup>14</sup> , kg	2,16	2,17	2,16	0,9776	0,15	28,2
Dureza, N	162,3	186,8	174,6	0,0548	6,46	15,3
COE <sup>15</sup>	0,40	0,39	0,39	0,6466	0,01	8,47
MAST <sup>16</sup>	2,35	2,37	2,36	0,8456	0,05	9,49

P-value = valor probabilístico; EPM = erro padrão da média; CV (%) = coeficiente de variação.

<sup>1</sup> FAI = Farelo de arroz integral; <sup>2</sup> CRA = Capacidade de retenção de água; <sup>3</sup> PD = Perdas por Descongelamento; <sup>4</sup> PC = Perdas por Cocção; <sup>5</sup> PEX = Perdas por Exsudação; <sup>6</sup> PEV = Perdas por Evaporação; <sup>7</sup> PT = Perdas Totais; <sup>8</sup> L\* = luminosidade; <sup>9</sup> a\* = vermelhidão; <sup>10</sup> b\* = palidez; <sup>11</sup> C = saturação; <sup>12</sup> H = tonalidade; <sup>13</sup> CS = comprimento de sarcômero; <sup>14</sup> WBS = Warner-Bratzler Shear force; <sup>15</sup> COE = Coesividade; <sup>16</sup> MAST = Mastigabilidade.



**Figura 3.** Esquema de amostragem para análises físico-químicas do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de cordeiros confinados com diferentes fontes energéticas na dieta.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento rural sustentável vem gerando novos desafios em escala global frente aos avanços produtivos e sociais para as novas gerações. A essencialidade de se estabelecer princípios socioeconômicos e ambientais na promoção de investimentos do espaço rural tem gerado a ideia de um modelo de produção e consumo mais responsável e sustentável. Ao passo que a sociedade reconhece e incentiva o desenvolvimento produtivo, promove fundamentalmente à coesão social nas mudanças de políticas públicas, legislações e na área de pesquisa.

O consumo de produtos de origem animal representa a principal fonte de ingestão de nutrientes essenciais à saúde e ao desenvolvimento humano. Dentre as fontes de proteína animal de maior consumo atualmente a carne se caracteriza como um dos alimentos de maior valor biológico disponível a nutrição humana. Se consolidando como a principal estratégia de produção e consumo de alimentos frente aos desafios atuais em estabelecer segurança alimentar de forma sustentável. Garantindo também, qualidade de vida à população através do acesso ao alimento seguro e de qualidade.

A ovinocultura se apresenta como uma das atividades de maior adaptação à heterogeneidade na produção de alimentos, especialmente para países em desenvolvimento. A demanda do produto, principalmente a carne de corneiro, tem gerado o desenvolvimento da produção com foco na qualidade e sustentabilidade. De forma que a pesquisa e a indústria tem se dedicado ao desenvolvimento dos aspectos qualitativos do produto, a fim de garantir sua idoneidade, segurança e satisfação do consumidor final.

O avanço da ciência nas últimas décadas tem proporcionado maior eficiência de produção e qualidade do produto cárneo, à medida que avanços foram feitos em alimentação e nutrição animal. O incremento de compostos bioativos como  $\alpha$ -tocoferol e taninos condensados dietéticos demonstram uma forma viável no aproveitamento natural do seu potencial antioxidante no produto cárneo e na nutrição humana. Estes compostos podem ser suplementados sem causar efeitos deletérios as características químicas da carne e a saúde do consumidor.

Os efeitos da suplementação com antioxidantes na dieta dos ovinos sob as características físicas da carne merecem mais aprofundamento da pesquisa,



principalmente direcionados aos aspectos de cor e maciez de carne. Os resultados evidenciados sugerem que estas características podem ser negativamente afetadas pelo potencial antioxidante dos taninos e  $\alpha$ -tocoferol.

Outro grande desafio da nutrição animal nas últimas décadas é o foco nas determinações dos requerimentos nutricionais dos animais a partir de fontes alternativas de alimentos que permitam a produção a baixo custo e garantam a qualidade do produto final. O farelo de arroz integral demonstrou ser uma excelente fonte energética em detrimento do grão de milho na da dieta de cordeiros confinados. Representa uma alternativa viável de utilização nos sistemas de terminação de cordeiros com pouca interferência nas características físico-químicas de carne.

A inclusão de 13% de farelo de arroz integral em detrimento do grão de milho aumenta o nível de lipídios totais, cinzas e densidade proteica no músculo, sem interferir nas principais características sensoriais da carne de cordeiros.

Espera-se que o presente estudo sirva de incentivo para mais pesquisas em relação ao aprofundamento dos aspectos qualitativos da carne ovina. Especialmente em relação às características físico-químicas de carne fresca, que apresentam poucos resultados na literatura referente à utilização de antioxidantes dietéticos na nutrição animal. Bem como, a inclusão de farelo de arroz integral como fonte energética alternativa na terminação e qualidade de carne de cordeiros. Servindo como fonte de informação e conhecimento ao desenvolvimento da cadeia produtiva da carne ovina.

Com base nesta revisão e resultados de pesquisa esperamos que estudos futuros possam aprofundar suas investigações em resultados de análises histológicas de fibras musculares, carbonilação, desnaturação proteica e desdobramento do perfil aminocídico relacionado à maciez e capacidade de retenção de água na carne de animais suplementados com compostos antioxidantes. Também seria interessante obter mais informações e resultados da composição mineral e do conteúdo de colágeno solúvel e insolúvel de animais de ambos os experimentos. Sugere-se, também, pesquisas relacionadas à oxidação lipídica-shelf life e análises sensoriais de carne de cordeiros dos distintos testes nutricionais.

## REFERÊNCIAS

- ABIA, R.; FRY, S. C. Degradation and metabolism of <sup>14</sup>C-labelled proanthocyanidins from carob (*Ceratonia siliqua*) pods in the gastrointestinal tract of the rat. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 81, p. 1156-1165, 2001.
- ADEGOKE, G. O. *et al.* Antioxidants and lipids oxidation in foods – A critical appraisal. **Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 35, n. 4, p. 283-298, 1998.
- AGATI, G. *et al.* Chloroplast-located flavonoids can scavenge singlet oxygen. **New Phytologist**, Oxford, v. 174, n. 1, p. 77-81, 2007.
- ANDRADE, J. C. A. **Percepção do consumidor brasileiro em relação à carne ovina e produtos derivados**. 2017. 215 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.
- ANDRADE, P. L. *et al.* Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 8, p. 1791-1800, 2010.
- ANDRÉ, E. **Daylighting by optical fiber**. 2002. 103 f. Thesis (Master of Science Programme) – Department of Environmental Engineering, Division of Water Resources Engineering, Luleå University of Technology, Luleå, 2002.
- ANDRÉS, S. *et al.* The effect of quercetin dietary supplementation on meat oxidation processes and texture of fattening lambs. **Meat Science**, Oxford, v. 96, p. 806-811, 2014.
- AOKI, T.; WADA, S. Phenolics composition and antioxidant activity of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 51, n. 15, p. 4442-4449, 2003.
- AREGHEORE, E. M. Crop residues and agro-industrial by-products in four Pacific Island Countries: availability, utilization and potential value in ruminant nutrition. **Asian-Australian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 13, p. 266-269, 2000. Supl.
- ARNOLD, R. N. *et al.* Dietary alpha-tocopheryl acetate enhances beef quality in Holstein and beef breed steers. **Journal of Food Science**, Malden, v. 58, p. 28-33, 1993.
- BALDI, G. *et al.* Comparison of a grain-based diet supplemented with synthetic vitamin E versus a lucerne (alfalfa) hay-based diet fed to lambs in terms of carcass traits, muscle vitamin E, fatty acid content, lipid oxidation, and retail colour of meat. **Meat Science**, Oxford, v. 148, p. 105-112, 2018.
- BATAGLIA, C. T. **Comparação de métodos para determinação da maciez instrumental e comprimento de sarcômero de carne bovina**. 2016. 68 f.

Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

BATISTA, E. C. S.; COSTA, A. G. V.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Adição da vitamina E aos alimentos: implicações para os alimentos e para a saúde humana. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 20, p. 525-535, set./out. 2007.

BEKHIT, A. E. D. A. *et al.* Oxidative processes in muscle systems and fresh meat: sources, markers, and remedies. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, London, v. 12, p. 565-597, 2013.

BELLÉS, M. *et al.* Supranutritional doses of vitamin E to improve lamb meat quality. **Meat Science**, Oxford, v. 149, p. 14-23, 2019.

BENDALL, J. R. Post-mortem changes in muscle. *In*: BOURNE, G. H. **The structure and function of muscle**. 2nd ed. New York: Academic Press, 1973. p. 243-309.

BERTRAN, H. C.; ANDERSEN, H. J.; KARSLOSSON, A. H. Comparative study of low-field NMR relaxation measurements and two traditional methods in the determination of water holding capacity of pork. **Meat Science**, Oxford, v. 57, p. 125-132, 2001.

BELYEA, R. L. *et al.* Variation in composition of by-product feeds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 72, p. 2339-2345, 1989.

BHATT, R. S. *et al.* Level and period of realimentation to assess improvement in body condition and carcass quality in cull ewes. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 45, p. 167-176, 2013.

BIANCHINI, R.; PENTEADO, M. V. C. **Vitaminas**: aspectos nutricionais, bioquímicos, clínicos e analíticos. Barueri: Manole, 2003. 612 p.

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

BOHNERT, D.; DELCURTO, T. **Fundamentals of supplementing low-quality forage**. Moscow: University of Idaho. Western Beef Resource Committee, 2002. Disponível em: <https://cropandsoil.oregonstate.edu/sites/agscid7/files/eoarc/attachments/450.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2022.

BOLDRINI, I. L. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do instituto de Biociências/UFRGS**, Porto Alegre, n. 56, p. 1-39, 1997.

BOLDRINI, I. L. Biodiversidade dos campos sulinos. *In*: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 2006, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: Metrópole, 2006. p. 11-24.

BOLER, D. D. *et al.* Effect of different dietary levels of natural-source vitamin E in grow-finish pigs on pork quality and shelf life. **Meat Science**, Oxford, v. 83, n. 4, p. 723-730, 2009.

BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food Technology**, Champaign, v. 32, p. 62-66, 1978.

BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity: concept and measurement**. 2nd ed. New York: Academic Press, 2002. 436 p.

BREWER, M. S. Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, London, v. 10, n. 4, p. 221-247, 2011.

BRIDI, A. M.; CONSTANTINO, C. Qualidade e avaliação de carcaças e carnes bovinas. *In*: CONGRESSO PARANAENSE DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 31., 2010, Maringá. **Anais...** Maringá: [S.n.], 2010. p. 1-18. Disponível em: <http://www.uel.br/grupo-pesquisa/gpac/pages/arquivos/Qualidade%20e%20Avaliacao%20de%20Carcacas%20e%20Carnes%20Bovinas.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2019.

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. W. **Drying and storage of grains and oilseeds**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 450 p.

BROOKS, J. C.; SAVELL, J. W. Perimysium thickness as an indicator of beef tenderness. **Meat Science**, Oxford, v. 67, p. 329-334, 2004.

BROWN, J. E.; KELLY, M. F. Inhibition of lipid peroxidation by anthocyanins, anthocyanidins and their phenolic degradation products. **European Journal of Lipid Science Technology**, Medford, v. 109, n. 1, p. 66-71, 2007.

BUTLER, L. G. *et al.* Interaction of proteins with sorghum tannin: mechanism specificity and significance. **Journal of American Oil Chemistry Society**, Champaign, v. 61, n. 5, p. 916-920, 1984.

CANNAS, A. **Tannins: fascinating but sometimes dangerous molecules**. Itaka, 1999. Disponível em: <http://www.ansci.cornell.edu/plants/toxicagents/tannin.html>. Acesso em: 10 jun. 2021.

CARPENTER, Z. L. *et al.* Factors influencing quality in pork A. Histological observations. **Journal of Food Science**, Malden, v. 28, p. 467-471, 1963.

CEZAR, I. M. *et al.* **Sistemas de produção de gado de corte no Brasil: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate**. Campo Grande: EMBRAPA, 2005. (Documentos, n. 151).

CHALUPA, W. B. *et al.* Ruminant fermentation in vivo as influenced by long-chain fatty acids. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, p.1293-1301, 1986.

CHEN, Z. Research of antioxidative capacity in essential oils of plants. **China Condiment**, Harbin, v. 11, p. 40-43, 2008.

CHRISTENSEN, L. B. Drip loss sampling in porcine *m. longissimus dorsi*. **Meat Science**, Oxford, v. 63, n. 4, p. 469-477, 2002.

CIRIA, J.; ASENJO, B. **Factores a considerar em el presacrificio y postsacrificio**. In: CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. Metodología para el estudio de la canal y de la carne en rumiantes. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2000. p. 19-45.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos**, Brasília, DF, v. 1, n. 1, 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 8 ago. 2021.

CONNOR, M. A.; SAUNDERS, R. M.; KOHLER, G. O. Rice bran protein concentrates obtained by wet alkaline extraction. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 53, p. 488-496, 1976.

CONTRERAS, D. R. **Tropical feedstuff for young calves**. 1978. 154 f. Thesis (Master) - Cornell University, Ithaca, 1978.

CORDÃO, M. A. *et al.* Taninos e seus efeitos na alimentação animal - Revisão bibliográfica. **Pubvet**, Maringá, v. 4, n. 32, p. 924-930, 2010.

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, [art.]10, 2010.

DECKER, E. A.; XU, Z. Minimizing rancidity in muscle foods. **Food Technology**, Champaign, v. 52, n. 10, p. 54-59, 1999.

DÉPREZ, S. *et al.* Polymeric proanthocyanidins are catabolized by human colonic microflora into low-molecular-weight phenolic acids. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 130, p. 2733-2738, 2000.

DESCALZO, A. M.; SANCHO, A. M. A review of natural antioxidants and their effects on oxidative status, odour and quality of fresh beef produced in Argentina. **Meat Science**, Oxford, v. 79, p. 423-436, 2008.

DIAS FILHO, L. L. M. **Manual prático do integrado: técnicas de criação de ovinos resumidas**. [S.l.]: Emater, 2016. 50 p. Disponível em: [www.cordeirobrasileiro.com.br](http://www.cordeirobrasileiro.com.br). Acesso em: 11 nov. 2016.

DORS, G. C.; PINTO, R. H.; BADIELE-FURLONG, E. Influência das condições de parboilização na composição química do arroz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 219-224, 2009.

ESTÉVEZ, M.; HEINONEN, M. Effect of phenolic compounds on the formation of alpha-amino adipic and gamma-glutamic semialdehydes from myofibrillar proteins

oxidized by copper, iron, and myoglobin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 58, n. 7, p. 4448-4455, 2010.

EXARCHOU, V. *et al.* Antioxidants activities and phenolic composition of extracts from greek oregano, greek sage and summer savory. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 50, n. 19, p. 5294-5299, 2002.

FASSEAS, M. K. *et al.* Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. **Food Chemistry**, London, v. 106, n. 3, p. 1188-1194, 2008.

FAUSTMAN, C. *et al.* quality update: the role for vitamin E. **Jornal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 1019-1026, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/1998.7641019>. Acesso em: 5 jun. 2019.

FAUSTMAN, C.; WANG, K. Potential mechanisms by which vitamin E improves oxidative stability of myoglobin. *In*: DECKER, E.; FAUSTMAN, C. (ed.). **Antioxidants in muscle foods**. Chichester: John Wiley, 2000. p. 135-152.

FELÍCIO, P. E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p. 89-97.

FREITAS, A. K. **Perfil de ácidos graxos da vegetação e da carne bovina produzida no Bioma Pampa**. 2010. 217 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

FORSTER, L. A. Jr. *et al.* Feed intake, digestibility and live weight gain by cattle consuming forage supplemented with rice bran and(or) corn. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 3105-3114, 1993.

FRUET, A. P. B. *et al.* Whole grains in the finishing of culled ewes in pasture or feedlot: performance, carcass characteristics and meat quality. **Meat Science**, Oxford, v. 13, p. 97-103, 2016.

FRUTOS, P. *et al.* Review. Tannins and Ruminant nutrition. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v. 2, p. 191-201, 2004.

GLADINE, C. *et al.* Plant extracts rich in polyphenols (PERP) are efficient antioxidants to prevent lipoperoxidation in plasma lipids from animals Fed N–3 PUFA supplemented diets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 136, p. 281-296, 2007.

GOBERT, M. *et al.* Plant extracts combined with vitamin E in PUFA-rich diets of cull cows protect processed beef against lipid oxidation. **Meat Science**, Oxford, v. 85, n. 4, p. 676-683, 2010.

GOBERT, M. *et al.* Plant polyphenols associated with vitamin E can reduce plasma lipoperoxidation in dairy cows given N-3 polyunsaturated fatty acids. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, p. 6095-6104, 2009.

GOMES, T. R. *et al.* Farelo de arroz integral em rações para leitões de 43 a 67 dias de idade. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 13, n. 2, p. 189-196, abr./jun. 2012.

GONÇALVEZ, M. B. F. **Farelo de Arroz integral em dietas para bovinos: valor nutricional e desempenho animal**. 2001. 246 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

GRAU, R.; HAMM, R. A simple method for determination of water-binding in muscles. **Naturwissenschaften**, Berlin, v. 40, p. 29-35, 1953.

GUERRA-RIVAS, C. *et al.* Effects of grape pomace in growing lamb diets compared with vitamin E and grape seed extract on meat shelf life. **Meat Science**, Oxford, v. 116, p. 221-229, 2016.

GUERREIRO, O. *et al.* Inclusion of the aerial part and condensed tannin extract from *Cistus ladanifer* L. in lambs diets – Effects on growth performance, carcass and meat quality and fatty acid composition of intramuscular and subcutaneous fat. **Meat Science**, Oxford, v. 160, [art]. 107945, 2020.

GUERRERO, A. *et al.* Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork. Review. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 35, p. 335-347, 2013.

GUTH, T. L. F. **Análise mensal – milho**. Brasília, DF: CONAB, abr./maio 2020. 7 p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-milho>. Acesso em: 15 de maio 2021.

HAAK, L. *et al.* Effect of dietary rosemary and alpha-tocopheryl acetate on the oxidative stability of raw and cooked pork following oxidized linseed oil administration. **Meat Science**, Oxford, v. 78, p. 239–247, 2008.

HAFEZ, E. S. E. **Adaptación de los animales domésticos**. Barcelona: Labor, 1973. 563 p.

HALLIWELL, B.; RAFTER, J.; JENNER, A. Health promotion by flavonoids, tocopherols, tocotrienols, and other phenols: direct or indirect effects? Antioxidant or not? **The American Journal of Clinical Nutrition**, Rockville, v. 81, p. 268-276, 2005. Supl. 1.

HAMM, R. Functional propertie soft hemiobifibrillar system and theirmeasurement. *In*: BECHTEL, P. J. (ed.). **Muscle as food**. Orlando: Academics Press, 1986. p. 135-199.

HAMMOND, J. **Growth and the development of mutton qualities in the sheep.** London: Oliver and Boyd, 1932. (Biological monographs and manuals, v. 10).

HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, Oxford, v. 49, n. 4, p. 447-457, 1998.

HONIKEL, K. O. Reference methods supported by OECD and their use in mediterranean meat products. **Food Chemistry**, London, v. 59, n. 4, p. 573-582, 1997.

HONIKEL, K. O.; HAMM, R. Measurement of water-holding capacity and juiciness. *In*: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (ed.). **Advances in meat research.** New York: Balckie Academic & Professional, 1994. v. 9, p. 125-161.

HRA, H. R. *et al.* Comparison of antioxidative and synergistic effects of rosemary extract with  $\alpha$ -tocopherol, ascorbyl palmitate and citric acid in sunflower oil. **Food Chemistry**, London, v. 71, n. 2, p. 229-233, 2000.

HUNT, M. C. *et al.* AMSA Guidelines for meat color evaluation. *In*: ANNUAL RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 44., 1991, Manhattan. **Proceedings [...]**. Manhattan, KS: Kansas State University, 1991. p. 3-17.

HUNTERLAB. CIE L\*a\*b\* color scale. **HunterLab Aplicattions Note**, Reston, v. 8, n. 7, 1996a.

HUNTERLAB. Hunter lab color scale. **HunterLab Aplicattions Note**, Reston, v. 8, n. 9, 1996b.

HUNTERLAB. Yxy CIE chromaticity coordinates. **HunterLab Aplicattions Note**, Reston, v. 8, n. 6, p. 1-3, 1996c.

HUNTERLAB. **Hunter Associates Laboratory.** Reston, 1991. 19 p.

HUNTERLAB. **Principios básicos de medida y percepción de color.** Reston: Hunter Associates Laboratory Presentation, 2001.

IACOPINI, P. *et al.* Catechin, epicatechin, quercetin, rutin, and resveratrol in red grapes: content, in vitro antioxidant activity and interactions. **Journal of Food Composition and Analysis**, Orlando, v. 21, n. 8, p. 589–598, 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola.** Rio de Janeiro: IBGE, mar. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemico-da-producao-agricola>. Acesso em: 22 maio 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM 2019.** Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas>. Acesso em: 22 maio 2021.



INSANI, E. M. *et al.* Oxidative stability and its relationship with natural antioxidants during refrigerated retail display of beef produced in Argentina. **Meat Science**, Oxford, v. 79, p. 444-452, 2008.

JOO, S. T. *et al.* The relationship between color and water-holding capacity in postrigor porcine *longissimus muscle*. **Journal of Muscle Foods**, Oxford, v. 6, p. 211-226, 1995.

JULIANO, B. O. Studies on protein quality and quantity of rice. Symposium: seed proteins. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 49, p. 114-125, 1972.

JU, Yi-Hsu; VALI, S. R. Rice bran oil a potential resource for biodiesel: a review. **Journal of Scientific & Industrial Research**, New Delhi, v. 64, p. 866-882, 2005.

KAUFFMAN, R. G. *et al.* The effectiveness of examining early post-mortem musculature to predict ultimate pork quality. **Meat Science**, Oxford, v. 34, p. 283-300, 1993.

KAUFMANN, W.; SAELZER, V. **Fisiologia digestiva aplicada del ganado vacuno**. [Madrid]: Editorial Acribia, 1976. 84 p.

KERRY, J. P.; BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A. Improvement of oxidative stability of beef and lamb with vitamin E. *In*: DECKER, E.; FAUSTMAN, C. (ed.). **Antioxidants in muscle foods**. Chichester: John Wiley, 2000. p. 229–261.

KHANDUJA, K. L. Stable free radical scavenging and antiperoxidative properties of resveratrol in vitro compared with some other bioflavonoids. **Indian Journal of Biochemistry & Biophysics**, New Delhi, v. 40, n. 6, p. 416-422, 2003.

KONIKA MINOLTA SENSING. **Precise color communication**: color control from perception to instrumentation. Japan: Konika Minolta Sensing, 1998. 57 p.

LAGE, M. E. **Suplementação nutricional de novilhos nelore com  $\alpha$ -tocoferol (Vitamina E) e seus efeitos na qualidade da carne**. 2004. 96 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

LAHUCKY, R. *et al.* Assessment of the antioxidant potential of selected plant extracts-in vitro and in vivo experiments on pork. **Meat Science**, Oxford, v. 85, n. 4, p. 779-784, 2010.

LAWRIE, R. A. **Meat science**. 5th ed. Oxford: Pergamon Press, 1991.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 383 p.

LEAL, L. N. *et al.* Supplementation of lamb diets with vitamin E and rosemary extracts on meat quality parameters. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 100, n. 7, p. 2922-2931, 2020.

LEAL, L. N. *et al.* Bioavailability of  $\alpha$ -tocopherol stereoisomers in lambs depends on dietary doses of all-rac- or RRR- $\alpha$ -tocopheryl acetate. **Animal**, Cambridge, v. 13, n.

9, p. 1874-1882, 2018.

LEÃO, A. G. *et al.* Características nutricionais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo can-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 5, p. 1072-1079, 2011.

LEDUR, V. S. **Desempenho e metabolizabilidade em frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz e complexo enzimático**. 2011. 82 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

LEHMANN, K. B. Studien über die Zähigkeit des Fleisches und ihre Ursachen. **Archiv für Hygiene**, Köln, v. 63, p. 134-179, 1907.

LIGHT, N. D. *et al.* The role of epimysial, perimysial and endomysial collagen in determining texture of six bovine muscles. **Meat Science**, Oxford, v. 13, p. 137-149, 1985.

LIMA, G. J. M. M. *et al.* **Composição química e valores de energia de subprodutos do beneficiamento de arroz**. Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPSA, 2000. 2 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 244).

LIMA JÚNIOR, D. M. *et al.* Oxidação lipídica e qualidade da carne ovina. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 7, n. 1, p. 14-28, 2013.

LIU, H. *et al.* Effects of chestnut tannins on the meat quality, welfare, and antioxidant status of heat-stressed lambs. **Meat Science**, Oxford, v. 116, p. 236-242, 2016.

LIU, J. H. *et al.* A high-grain diet alters the omasal epithelial structure and expression of tight junction proteins in a goat model. **The Veterinary Journal**, London, v. 201, p. 95-100, 2014.

LOCKER, R. H. Degree of muscular contraction as a factor in tenderness of beef. **Journal of Food Science**, Malden, v. 25, n. 2, p. 304-307, 1960.

LUCIANO, G. *et al.* The restriction of grazing duration does not compromise lamb meat colour and oxidative stability. **Meat Science**, Oxford, v. 92, p. 30-35, 2012.

LUCIANO, G. *et al.* Dietary tannins improve lamb meat colour stability. **Meat Science**, Oxford, v. 83, p. 120-125, 2009.

LYON, C. E.; BUHR, R. J. Biochemical basis of meat texture. *In*: RICHARDSON, R. I.; MEAD, G. C. (ed.). **Poultry meat science**. New Delhi: CABI, 1999. (Poultry Science Symposium Series, v. 25). p. 99-126.

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

- MAKKAR, H. P. S. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 49, p. 241-256, 2003.
- MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**, Oxford, v. 71, p. 100-121, 2005.
- MANGAN, J. L. Nutritional effects of tannins in animal feeds. **Nutrition Research Reviews**, Cambridge, v. 1, p. 209-231, 1988.
- MARSH, B. B. The thbasis of tenderness in muscle foods the basis of quality in muscle foods. **Journal of Food Science**, Malden, v. 42, p. 295-297, 1977.
- MARTINS, E. C. *et al.* Cenários mundial e nacional da caprinocultura e da ovinocultura. **Boletim Ativos de Ovinos e Caprinos**, [Brasília, DF], v. 3, n. 2, p. 3-6. jul. 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158899/1/CNPC-2016-Cenarios.pdf>. Acesso em: 10 maio 2021.
- McSWEENEY, C. S. *et al.* Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 91, p. 83–93, 2001.
- MELO, E. A.; GUERRA, N. B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Boletim SBCTA**, Campinas, v. 36, p. 1-11, jan./jun. 2002.
- MIN, B. R. *et al.* The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 105, p. 3-19, 2003.
- MONTEIRO, A. L. G. *et al.* Criação e terminação de cordeiros a pasto: implicações econômicas e qualidade do produto final. *In*: SIMPÓSIO MINEIRO DE OVINOcultura - SUSTENTABILIDADE E PERSPECTIVAS, 5., 2009, Lavras. **Anais**. Lavras: UFLA, 2009. p. 89-146.
- MORENO, G. M. B.; LOUREIRO, C. M. B.; SOUZA, H. B. A. Características qualitativas da carne ovina. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n. 381, p. 76-90, 2008.
- MORENO, G. M. B. *et al.* Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 4, p. 853-860, 2010.
- MUELLER-HARVEY, I.; MCALLAN, A. B. Tannins: their biochemistry and nutritional properties. *In*: MORRISON, I. M. (ed.). **Advances in plant cell biochemistry and biotechnology**. London: JAI Press, 1992. p. 151-217.

MUNNE-BOSCH, S. The role of  $\alpha$ -tocopherol in plant stress tolerance. **Journal of Plant Physiology**, Jena, v. 162, n. 7, p. 743-748, 2005.

MUETZEL, S.; BECKER, K. Extractability and biological activity of tannins from various tree leaves determined by chemical and biological assays as affected by drying procedure. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 125, p. 139-149, 2006.

NABINGER, C. Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtropical brasileiro. *In*: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 2006, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: UFRGS, 2006. p. 25-76.

NACZK, M. *et al.* Condensed tannins in Canola hulls. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 42, n. 10, p. 2196-2200, 1994.

NATKATANI, N. Biologically functional constituents of spices and herbs. **Journal of Japanese Society of Nutrition and Food Science**, Tokyo, v. 56, n. 6, p. 389-395, 2003.

NAWAR, W. F. Lipids. *In*: FENNEMA, O. (ed.). **Food chemistry**. 3rd ed. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 225-320.

NICOLAIEWSKY, S.; PRATES, E. R. **Alimentos e alimentação de suínos**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1984. 58 p.

NISHIMURA, T. The role of intramuscular connective tissue in meat texture. **Animal Science Journal**, Richmond, v. 81, p. 21-27, 2010.

NITZKE, J. A.; BIEDRZYCKI, A. **Terra de arroz**. Porto Alegre: ICTA-UFRGS, 2007.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of beef cattle**. Washington, DC: National Academy Press, 1996. 242 p.

OECD/FAO. **OECD-FAO agricultural outlook 2020-2029**. Rome: FAO, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/1112c23b-en>. Acesso em: 8 maio 2019.

O'GRADY, M. N. *et al.* The effect of oxygen level and exogenous  $\alpha$ -tocopherol on the oxidative stability of minced beef in modified atmosphere packs. **Meat Science**, Oxford, v. 55, p. 39-45, 2000.

OHAJURUKA, O. A.; WU, Z.; PALMQUIST, D. L. Ruminant metabolism, fiber and protein digestion by lactating cows fed calcium soap or animal-vegetable fat. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, p. 2601-2607, 1991.

OLIVEIRA, L. V. **Produção e qualidade da carcaça e da carne de bovinos de corte baseados em sistemas pastoris com ou sem o uso de insumos em dois biomas do sul do Brasil**. 2017. 282 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

OLIVEIRA, R. R. *et al.* Antioxidantes naturais em produtos cárneos. **Pubvet**, Londrina, v. 6, n. 10, [art.] 134, 2012.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, p. 1-10, 2009. Número especial.

ONIBI, G. E. *et al.* Supplementary  $\alpha$ -tocopherol acetate in full-fat rapeseed-based diets for pigs: effect on performance, plasma enzymes and meat drip loss. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, n. 11, p. 1617-1624, 2000.

OZSOY, N.; CANDOKEN, E.; AKEV, N. Implications for degenerative disorders: antioxidative activity, total phenols, flavonoids, ascorbic acid, beta-carotene and beta-tocopherol in Aloe vera. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, Austin, v. 2, n. 2, p. 99-106, 2009.

PAES, M. C. D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA, 2006. (Circular Técnica, 75).

PAES, M. C. D.; BICUDO, M. H. Nutritional perspectives of quality protein maize. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON QUALITY PROTEIN MAIZE, 1995, Sete Lagoas. **Quality Protein Maize: 1964-1994: proceedings**. [West Lafayette]: Purdue University, 1997. p. 65-78.

PATRA, A. K.; SAXENA, J. Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 91, n. 1, p. 24 -37, 2010.

PESAVENTO, S. J. **República velha gaúcha: charqueadas, frigoríficos, criadores**. Porto Alegre: Movimento/IEL, 1980. 304 p.

PIEIDADE, K. R. **Uso de ervas aromáticas na estabilidade oxidativa de filés de sardinha (*Sardinella brasiliensis*) processados**. 2007. 161 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

PILAU, A.; LOBATO, J. F. P. Suplementação energética pré-acasalamento aos 13/15 meses de idade para novilhas de corte: desenvolvimento e desempenho reprodutivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 12, p. 2482-2489, 2009.

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

POMERANZ, Y.; ORY, R. L. Rice processing and utilization. *In*: WOLFF, I. A. (ed.). **CRC handbook of processing and utilization in agriculture**. Boca Raton: CRC Press, 1982. v. 2, p. 139-186.

PONNAMPALAM, E. N. *et al.* Vitamin E and fatty acid content of lamb meat from perennial or annual pasture systems with supplements. **Animal Production Science**, Melbourne, v. 52, p. 255-262, 2012.

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

PRACHE, S. *et al.* Authentication de l'alimentation des ruminants à partir de la composition de leurs produits et tissus. **Productions Animales**, Paris, v. 20, n. 4, p. 295-308, 2007.

PURRSLOW, P. P. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. **Meat Science**, Oxford, v. 70, p. 435-447, 2005.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: UFV, 2012. 599 p.

RAMOS, L. S. N. *et al.* Polpa de caju em rações para frangos de corte na fase final: desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 804-810, 2006.

REED, J. D. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 5, p. 1516-1528, 1995.

RECH, C. L. S. *et al.* Inclusão do farelo de arroz integral na dieta para ovinos e o perfil lipídico do músculo *Longissimus dorsi*. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 14, n. 4, p. 121-124, out./dez. 2008.

REISER, K. M.; AMIGABLE, M. A.; LAST, J. A. Non-enzymatic glycosylation of type I collagen. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 267, p. 24107-24216, 1992.

RENERRE, M. La couleur de la viande et sa mesure. **INRA**, [Marroc], v. 1, p. 63-68, 2014.

RESTLE, J. *et al.* Fontes energéticas para bezerros de corte desmamados aos 80 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 1136-1145, 2006. Suplemento.

RIBEIRO, T. M. D. *et al.* Características da pastagem de azevém e produtividade de cordeiros em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, p. 580-587, 2009.

RICHHEIMER, S. L. *et al.* Antioxidant activity of lipid-soluble phenolic diterpenes from rosemary. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 73, n. 4, p. 507-514, 1996.

RIOS, L. Y. *et al.* Chocolate intake increases urinary excretion of polyphenol-derived phenolic acids in healthy human subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**, Rockville, v. 77, p. 912-918, 2003.

ROQUE-SPECHT, V. F. *et al.* Evaluation of water retention capacity in chicken breasts due to final pH. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 15, n. 1/4, p. 77-81, 2009.

ROSA, N. *et al.* Comparativo de metodologias para determinação do comprimento de sarcômero (Difração de Raio Laser e Microscopia de Contraste de Fase) de carne bovina. *In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP*, 23., 2015, Campinas. **Anais**. Campinas: Unicamp, 2015. p. 71-76.

ROTTA, P. P. *et al.* The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, Seoul, v. 22, p. 1718-1734, 2009.

RUDDICK, J. E.; RICHARDS, J. F. Comparison of sarcomere length measurement of cooked chicken pectoralis muscle by laser diffraction and oil immersion microscopy. **Journal of Food Science**, Malden, v. 40, p. 500-501, 1975.

SACCOL, A. G. F. **Produção de carne ovina em diferentes sistemas de alimentação**. 2015. 191 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

SANCHEZ, L. M. B.; GONÇALVES, M. B. G. **Alimentos para bovinos**. *In: CURSO SOBRE CONFINAMENTO DE BOVINOS DE CORTE*, 1995, Santa Maria, RS. **Anais**. [Santa Maria: s.n.], 1995. p. 111.

SAÑUDO, C.; MUELA, E.; CAMPO, M. M. Key factors involved in lamb quality from farm to fork in Europe. **Journal of Integrative Agriculture**, Beijing, v. 12, p. 1919-1930, 2013.

SAÑUDO, C. *et al.* Influence of weaning on carcass quality, fatty acid composition and meat quality in intensive lamb production systems. **Animal Science**, Cambridge, n. 66, p. 175-187, 1988.

SAN VITO, E. *et al.* Fatty acid profile, carcass and quality traits of meat from Nellore young bulls on pasture supplemented with crude glycerin. **Meat Science**, Oxford, v. 100, p. 17-23, Feb. 2015.

SAUNDERS, R. M. The properties of rice bran as a foodstuff. **Cereal Foods World**, St. Paul, v. 35, n. 7, p. 632-636, July 1990.

SCHWARZE, E.; SCHRÖDER, L. **Compêndio de anatomia veterinária**. Madrid: Acribia, 1970.

SHACHELFORD, S. D. *et al.* Identification of threshold levels for warner-bratzler-shear force in beef top loin steaks. **Journal of Muscle Foods**, Oxford, v. 2, p. 289-296, 1991.

- SHAN, B. *et al.* Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 53, n. 20, p. 7749-7759, 2005.
- SHIMITH, A. H.; ZOETENDAL, E.; MACKIE, R. I. Bacterial mechanisms to overcome inhibitory effects of dietary tannins. **Microbial Ecology**, New York, v. 50, n. 2, p. 197-205, 2005.
- SHIMOKOMAKI, M.; ELSDEN, D. F.; BAILEY, A. J. Meat tenderness: age related changes in bovine intramuscular collagen. **Journal of Food Science**, Malden, v. 37, p. 892-896, 1972.
- SHIMOKOMAKI, M. *et al.* **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Varela, 2006. 230 p.
- SHOTWELL, M. A.; LARKINS, B. A. The biochemistry and molecular biology of seed storage proteins. *In*: MARCUS, A. (ed.). **The biochemistry of plants: a comprehensive treatise**. Orlando: Academic Press, 1989. v. 15, p. 296-345.
- SILANIKOVE, N.; PEREVOLOTSKY, A.; PROVENZA, F. D. Use of tannin-binding chemicals to assay for tannins and their negative postingestive effects in ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 91, p. 69-81, 2001.
- STARKEY, C. P. *et al.* The relationship between shear force, compression, collagen characteristics, desmin degradation and sarcomere length in lamb Biceps femuris. **Meat Science**, Oxford, v.126, p.18-21, 2017.
- SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.
- SOLOMON, M. B. Comparison of methods used for measuring pH in muscle tissue. **Journal of Food Science**, Malden, v. 52, n. 5, p. 1428-1429, 1982.
- SOUZA, M. A. A. **Casca da batata inglesa (*Solanum tuberosum*) na proteção antioxidante da carne de frango**. 2006. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- SOUZA, V. L. F.; SILVA, R. S. S. F. Dietary vitamin E supplementation on cholesterol and cholesterol oxides of pig meat and cooked ham. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 49, p. 197-205, 2006.
- STEEF, J. F. **Rheological methods on food process engineering**. 2nd ed. East Lasing: Freeman Press, 1996. 418 p.
- SZCZESNIAK, A. S. Sensory texture profiling – historical and scientific perspectives. **Food Technology**, Champaign, v. 52, n. 8, p. 54-57, 1998.



TANSAWAT, R. *et al.* Chemical characterisation of pasture and grain-fed beef related to meat quality and flavour attributes. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 48, p. 484-495, 2013.

TECSON, E. M. S. *et al.* Studies on the extraction and composition of rice endosperm glutelin and prolamin. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 48, p. 168-81, 1971.

TORIN, H. R. **Utilização do farelo de arroz industrial: composição e valor nutritivo em dietas recuperativas**. 1996. 147 f. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

TOSELLO, G. A. Milhos especiais e seu valor nutritivo. *In*: VIEGAS, G. P.; PATERNIANE, E. (ed.). **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, p. 375-409.

URI, N. Mechanism of antioxidation. *In*: LUNDBER, W. O. (ed.). **Autoxidation and antioxidants**. New York: Interscience, 1961. p. 133-139.

USDA – U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Foreign Agricultural Services. **World Agricultural Production**, Washington, DC: USDA, 2022. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2022.

VAGNI, S. *et al.* Vitamin E bioavailability: past and present insights. **Food and Nutrition Sciences**, Irvine, v. 2, p. 1088-1096, 2011.

VAN ELSWYK, M. E.; McNEILL, S. H. Impact of grass/forage feeding versus grain finishing on beef nutrients and sensory quality: the US experience. **Meat Science**, Oxford, v. 96, n. 1, p. 535-540, 2014.

VAN LAACK, R. L. J. M.; KAUFFMAN, R. G. Glicolytic potencial of red, sof, exudative pork *Longissimus muscle*. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 2971-2973, 1999.

VAN LAACK, R. L. J. M. *et al.* Is colour brightness (L-value) a reliable indicator of water-holding capacity in porcine muscle? **Meat Science**, Oxford, v. 38, p. 193-201, 1994.

VAN LAACK, R. L. J. M. *et al.* A comparasion of procedures for mensurement of pigment concetration im pork. **Journal of Muscle Foods**, Oxford, v. 7, n. 2, p. 149-163, 1996.

VAN LAACK, R. L. J. M.; STEVENS, S. G.; STALDER, K. J. The influence of ultimate pH and intramuscular fat contente on pork tendernss and tenderization. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 392-397, 2001.

VASTA, V. *et al.* Intramuscular fatty acid composition of lambs given a tanniferous diet with or without polyethylene glycol supplementation. **Meat Science**, Oxford, v. 76, p. 739-745, 2007.

VECHIATO, T. F.; ORTOLANI, E. L. **Dieta de alto grão VS urolitias em pequenos ruminantes**. [Piracicaba], 2008. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao-de-leite/dieta-de-alto-grao-vs-urolitias-em-pequenos-ruminantes-49582n.aspx>. Acesso em: 2 jun. 2021.

VIEIRA, T. R. L. L. *et al.* Propriedades físicas e sensoriais da carne de cordeiros Santa Inês terminados em dietas com diferentes níveis de caroço de algodão integral (*Gossypium hirsutum*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 372-377, 2010.

VOET, D.; VOET, J. G.; PRAT, C. W. **Fundamentos da bioquímica: a vida em nível molecular**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 1264 p.

WARREN, B. E.; FARRELL, D. J. The nutritive value of full-fat and defatted Australian rice bran. I. Chemical composition. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 27, n. 3, p. 219-228, 1990.

WEBB, E. C.; CASEY, N. H. Physiological limits to growth and the related effects on meat quality. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 130, p. 33-40, 2010.

WEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M. Standardizing collection and interpretation of Warner-Bratzler shear force and sensory tenderness data. *In*: ANNUAL RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 50., 1997, Iowa. **Proceedings of the [...]**. Iowa: American Meat Science Association, 1997 p. 68-77.

WILLS, T. M.; MIRELES DeWITT, C. A.; SIGFUSSON, H. Improved antioxidant activity of vitamin E through solubilization in ethanol: a model study with ground beef. **Meat Science**, Oxford, v. 76, n. 2, p. 308-315, 2007.

YAHAGHI, M. *et al.* Effect of replacing barley with corn or sorghum grain on rumen fermentation characteristics and performance of Iranian Baluchi lamb fed high concentrate rations. **Animal Production Science**, Melbourne, v. 52, p. 263-268, 2012.

YANG, A. *et al.* Lipid stability and meat colour of beef from pasture- and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. **Meat Science**, Oxford, v. 60, p. 41-50, 2002.

YOUNG, V. R.; PELLETT, P. L. Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. **American Journal of Clinical Nutrition**, Rockville, v. 59, p. 1203S-1212S, 1994. Suplemento.

ZEOLA, N. M. B. L. *et al.* Colour, water holding capacity and tenderness of lamb aged and injected with calcium chloride. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 4, p. 1058-1066, 2007.

ZERVAS, G.; TSIPLAKOU, E. The effect of feeding systems on the characteristics of products from small ruminants. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 101, p. 140-149, 2011.

## APÊNDICE

### **Normas da revista Meat Science utilizadas para a preparação dos capítulos I e II**

**AUDIENCE:** Meat scientists, food technologists, food manufacturers, agricultural chemists and research workers.

**IMPACT FACTOR:** 2019: 3.644 © Clarivate Analytics Journal Citation Reports 2020

All pages must be numbered, and all lines must be numbered consecutively throughout the manuscript.

**Subdivision - numbered sections** Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

**Title:** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

**Abstract:** A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself. Each paper should be provided with an abstract of about 100-160 words, reporting concisely on the purpose and results of the paper.

**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.

**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.

**Results:** Results should be clear and concise.

**Discussion:** This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

**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.

**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.

### **Reference style**

**Text:** Citations in the text should follow the referencing style used by the American Psychological Association. You are referred to the Publication Manual of the American Psychological Association, Seventh Edition, ISBN 978-1-4338-3215-4, copies of which may be ordered online.

**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. *Journal of Scientific Communications*, 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, Article e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book: Strunk, W., Jr., & White, E. B. (2000). *The elements of style* (4th ed.). Longman (Chapter 4).

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 B. S. Jones, & R. Z. Smith (Eds.), *Introduction to the electronic age* (pp. 281–304). E-Publishing Inc.

Reference to a website: Powertech Systems. (2015). Lithium-ion vs lead-acid cost analysis. Retrieved from <http://www.powertechsystems.eu/home/tech-corner/lithium-ion-vs-lead-acid-cost-analysis/>. Accessed January 6, 2016

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 a conference paper or poster presentation: Engle, E.K., Cash, T.F., & Jarry, J.L. (2009, November). The Body Image Behaviours Inventory-3: Development and validation of the Body Image Compulsive Actions and Body Image Avoidance Scales. Poster session presentation at the meeting of the Association for Behavioural and Cognitive Therapies, New York, NY.



**UFRGS**  
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:** 38488

**Título:** Produção e qualidade dos campos naturais da Região Sul do Brasil para produção de carne de qualidade

**Vigência:** 01/03/2019 à 28/02/2022

**Pesquisadores:**

**Equipe UFRGS:**

CESAR HENRIQUE ESPIRITO CANDAL POLI - coordenador desde 01/03/2019

CARLOS NABINGER - pesquisador desde 01/03/2019

MAITE DE MORAES VIEIRA - pesquisador desde 01/03/2019

Juliano Henriques da Motta - Aluno de Doutorado desde 01/03/2019

**Equipe Externa:**

Gladis Ferreira Corrêa - pesquisador desde 01/03/2019

Luciane Rumpel Segabinazzi - pesquisador desde 01/03/2019

Ana Clara Rodrigues Cavalcante - pesquisador desde 01/03/2019

Alda Lucia Gomes Monteiro - pesquisador desde 01/03/2019

Gilberto Kozloski - pesquisador desde 01/03/2019

**Comissão De Ética No Uso De Animais aprovou o mesmo em seus aspectos éticos e metodológicos, para a utilização de 30 animais, cordeiros machos castrados de 20 a 32 kg, proveniente de fazendas nas regiões da Depressão Central, Serra do Sudeste, Campanha e Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul (OBS: os animais serão abatidos no frigorífico "Carneiro Sul", situado no município de Sapiranga, RS); 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 disciplinam a produção, manutenção e/ou utilização de animais do filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) em atividade de ensino ou pesquisa.**

Porto Alegre, Sexta-Feira, 15 de Março de 2019

MARCELO MELI FRALIEVI  
Coordenador da comissão de ética



## 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.



## VITA

André Fogaça Nigeliskii é brasileiro, nascido em 05 de outubro de 1989, em Canoas/RS, filho de Norma Maria Fogaça e Célia Alexandre Antônio Nigeliskii. Realizou seu ensino fundamental na Escola La Salle Niterói, em Canoas/RS e ensino médio na Escola Estadual Coronel Pillar, em Santa Maria/RS. Em 2009 iniciou seus estudos como Técnico Agrícola com Habilitação em Zootecnia pelo Instituto Federal Farroupilha – Campus São Vicente do Sul (IFfar – SVS), onde realizou estágio de monitoria na área de bovinocultura de corte e forragicultura sob orientação do Prof. Dr. Alexandre Nunes Motta de Souza. Cumpriu seu Estágio Curricular Obrigatório nas empresas JMT Agropecuária e Rancho Santa Zelina, com conclusão no ano de 2011. Em 2012, ingressou no curso de Bacharelado em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Durante a graduação realizou estágio junto ao Laboratório de Bovinocultura de Corte (LBC) no Departamento de Zootecnia, sob orientação dos Professores Ivan Luiz Brondani e Darí Celestino Alves Filho, bem como, no Núcleo Integrado em Desenvolvimento de Análises Laboratoriais (NIDAL), junto ao departamento de Ciência de Tecnologia dos Alimentos desta mesma instituição, onde foi Bolsista FIPE Senior, sob orientação dos Professores Renius de Oliveira Mello e Leonir Luiz Pascoal. Também atuou como membro do Grupo de Pesquisa em Cadeias Produtivas do Pampa (PecPampa) e do Colegiado do Curso de Zootecnia, Presidente do Diretório Acadêmico Octávio Domingues e membro-fundador e presidente da Empresa Junior de Zootecnia (ZootSul Jr.). Cumpriu seu Estágio Curricular Obrigatório na Embrapa Gado de Leite junto a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) em Belo Horizonte/MG e na Alianza Del Pastizal, junto a Empresa (SIA) – Serviço de Inteligência em Agronegócio em Porto Alegre/RS. Conclui sua graduação em agosto de 2018. Em 2019 iniciou Mestrado Acadêmico no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na Faculdade de Agronomia, vinculado a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), sob orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Liris Kindlein no Centro de Estudos, Pesquisa e Tecnologia em Carnes (CEPETEC-UFRGS), e do Prof. Dr. Cesar Henrique Espírito Candal Poli, com coorientação do Prof. Dr. Renius de Oliveira Mello. Sendo a área de concentração em Produção Animal e linha de pesquisa em Produção e Nutrição de Ruminantes, obtendo bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).