

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 28/04/2025

At the author's request, the full text of this thesis/dissertation will not be available online until Abr. 28, 2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS EM CORTES COMERCIAIS
SUBMETIDOS À DOIS MÉTODOS DE COCÇÃO**

MARIANA DA SILVA LEAL

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre.

BOTUCATU – SP
Abril – 2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS EM CORTES COMERCIAIS
SUBMETIDOS À DOIS MÉTODOS DE COCÇÃO**

MARIANA DA SILVA LEAL

Orientador: Prof. Dr. Ciniro Costa

Coorientador: Prof. Dr. Welder Angelo Baldassini

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de
Mestre.

BOTUCATU – SP
Abril - 2023

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Leal, Mariana da Silva.

Qualidade da carne de cordeiros em cortes comerciais
submetidos à dois métodos de cocção / Mariana da Silva
Leal. - Botucatu, 2023

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia

Orientador: Ciniro Costa

Coorientador: Welder Angelo Baldassini

Capes: 50405004

1. Carne - Qualidade. 2. Cordeiros. 3. Ovelhas.
4. Cozinhando. 5. Fornos. 6. Culinária (Carne de ovelha)

Palavras-chave: Banho maria; Corriedale; Forno; Maciez;
Multivariada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



ATESTADO DE APROVAÇÃO - DEFESA

Atestamos que **MARIANA DA SILVA LEAL**, RA nº: ZNP210021, RG nº 42.219.076-7, expedido pela SSP/SP, defendeu, no dia 28/04/2023, a dissertação intitulada **QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS EM CORTES COMERCIAIS SUBMETIDOS À DOIS MÉTODOS DE COCÇÃO**, junto ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Curso de Mestrado Acadêmico, tendo sido 'APROVADA'.

Atestamos ainda que a obtenção do título dependerá de homologação pelo Órgão Colegiado competente.

Botucatu, 28 de abril de 2023

Claudia Cristina Moreci

Claudia Cristina Moreci
Assistente Administrativo
Seção de Pós-Graduação / FMVZ

BIOGRAFIA DO AUTOR

Mariana da Silva Leal – nascida em 14 de novembro de 1994, na cidade de São Carlos/SP, filha de Ireu José Leal e Maria Helena da Silva Leal, concluiu o ensino médio no ano de 2012 no Colégio Objetivo São Carlos/SP e ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – FMVZ/Unesp - Câmpus de Botucatu, em fevereiro de 2015, onde graduou-se em outubro de 2020. Em março de 2021 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela mesma faculdade, com ênfase em qualidade de carne ovina, onde foi bolsista pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq.

Dedico esse trabalho à minha amada avó, Sebastiana Josephina Ferrari Leal, minha fonte de inspiração para ser forte diante dos desafios e figura de acolhimento nos momentos difíceis.

*Com sua sabedoria e afeto me ensinou a importância de valorizar cada instante da vida,
cujas lições e exemplos continuarão a me guiar para sempre.*

AGRADECIMENTOS

Ao Ciniro Costa e Welder Baldassini, meus orientadores, os quais atribuo a confiança, dedicação e ensinamentos fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Campus de Botucatu, minha admiração pelo empenho dos coordenadores e funcionários.

À CNPQ pela bolsa de estudos, assim como à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 pelo constante suporte apresentado no desenvolvimento deste projeto.

Aos que fazem parte do setor ovinocultor, enfatizo meu reconhecimento e gratidão à CordeiroBIZ pela confiança em mim depositada, oportunidade ímpar de atuar como profissional na área e por todas as inestimáveis lições adquiridas.

Ao Laboratório de Ciência e Qualidade da Carne e professor Guilherme Pereira pela valiosa cooperação durante as análises realizadas neste trabalho. Além disso, gostaria de expressar minha admiração ao Rodrigo Torres e a Bruna Biava pelas excelentes contribuições, bem como os ensinamentos que me foram transmitidos.

Aos meus pais pela dedicação, amor e inspiração, por sempre me apoiarem em todas as decisões, sem hesitar em medir esforços para ver minha felicidade. A meu irmão, Lucas, por estar presente ao meu lado em todos os momentos e ser figura de apoio.

À minha família, que sempre se mantém unida, carinhosa e essencial em todos os momentos de provação.

Ao meu grande amor, Arthur, que zela pela felicidade da nossa família, luta por nossos sonhos e sempre me incentiva a confiar no meu potencial.

Dedico um agradecimento especial à República Kabocaqui, inteiramente responsáveis por me ensinar sobre respeito, responsabilidade, amor fraterno e união. E, por fim, aos meus

amigos Natália Brasil, Sergio Miranda e Estevam Rodrigues, pela amizade verdadeira e cumplicidade contínua ao longo desta trajetória.

***"Nada na vida deve ser temido, somente compreendido. Agora é hora de compreender mais
para temer menos."***

Marie Currie

RESUMO

A cocção melhora a digestibilidade, textura e propriedades sensoriais da carne. Adicionalmente, alguns cortes podem ter maior preferência pelo consumidor, devido a facilidade de preparo e características de qualidade, como cor e maciez. Assim, a forma de preparo (método de cocção) e o corte são fatores que podem interagir e afetar a qualidade da carne. Poucos estudos na literatura foram capazes de avaliar esses fatores na carne ovina. Nesse contexto, foram utilizadas quarenta amostras de cortes comerciais de cordeiros cruzados Corriedale com o objetivo de investigar como a cocção pode influenciar nas características de qualidade de carne de dois cortes comerciais. A qualidade de carne foi avaliada nos cortes *T-bone* (T) e Capitão (C), submetidos a cocção por banho maria e forno, e então avaliados a área muscular (tamanho do corte; MA), pH, força de cisalhamento (SF), perda por evaporação (EL), perda por gotejamento (DL), capacidade de retenção de água, luminosidade, teor de vermelho, teor de amarelo, lipídeos totais (FAT) e índice de fragmentação miofibrilar (MFI). Correlações de Pearson foram utilizadas para avaliar as associações entre as variáveis de qualidade de carne. Adicionalmente, foi conduzida análise de componentes principais (PCA) para estudar as relações entre as variáveis dos cortes comerciais, métodos de cocção e a qualidade de carne num contexto multifatorial. Observou-se que não houve interações dos métodos de cocção e corte sobre as características de qualidade avaliadas. Contudo, as variáveis de coloração (L^* , a^* , b^*), MA, pH, SF e FAT apresentaram diferença significativa ($p < 0,03$) em relação ao corte, por sua vez as variáveis de perdas por cocção (EL e DL) apresentaram diferença significativa ($p < 0,01$) em relação ao método de cocção. No estudo multivariado, verificou-se que os três primeiros componentes principais (PC1; PC2 e PC3) explicaram cerca de 56% da variabilidade total dos dados de qualidade de carne, no universo de 11 variáveis. A variável MA juntamente com as variáveis de maciez e teor de lipídeos definiram o PC1, as variáveis relacionadas as perdas por cocção (EL + DL) contribuíram para definir o PC2, enquanto as variáveis relacionadas a maciez contribuíram para definir o PC3 (MFI + SF). Assim, concluiu-se que amostras com maior área muscular são associadas a maior perda por cocção, e amostras com maior teor de lipídeos são associadas a maior maciez. Os cortes T e C em banho-maria demonstraram melhores resultados em termos de maciez e rendimento.

Palavras-chave: Corriedale, banho maria, forno, maciez, multivariada

ABSTRACT

Cooking improves the digestibility, texture and sensory properties of meat. Additionally, some cuts may be preferred by consumers due to ease of preparation and quality characteristics, such as color and tenderness. Thus, the preparation method (cooking method) and the cut are factors that can interact and affect meat quality. Few studies in the literature have been able to evaluate these factors in lamb. In this context, forty samples of commercial cuts from Corriedale crossbred lambs were used to investigate how cooking can influence the meat quality characteristics of two commercial cuts. Meat quality was evaluated in the T-bone (T) and Captain (C) cuts, submitted to cooking by water bath and oven, and then evaluated for muscle area (cut size; MA), pH, shear force (SF), evaporative loss (EL), drip loss (DL), water holding capacity, brightness, red content, yellow content, total lipids (FAT), and myofibrillar fragmentation index (MFI). Pearson correlations were used to evaluate the associations between the meat quality variables. Additionally, principal component analysis (PCA) was conducted to study the relationships among the variables of commercial cuts, cooking methods, and meat quality in a multifactorial context. It was observed that there were no interactions of cooking methods and cut on the quality characteristics evaluated. However, the variables of coloration (L^* , a^* , b^*), MA, pH, SF and FAT showed significant difference ($p < 0.03$) in relation to the cut, in turn the variables of cooking losses (EL and DL) showed significant difference ($p < 0.01$) in relation to the cooking method. In the multivariate study, it was found that the first three principal components (PC1; PC2 and PC3) explained about 56% of the total variability of the meat quality data, in a universe of 11 variables. The MA variable together with the tenderness and lipid content variables defined PC1, the variables related to cooking losses (EL + DL) contributed to define PC2, while the variables related to tenderness contributed to define PC3 (MFI + SF). Thus, it was concluded that samples with larger muscle area are associated with higher cooking loss, and samples with higher lipid content are associated with higher tenderness. The T and C cuts in a water bath showed better results in terms of tenderness and yield.

Keywords: Corriedale, lamb, tenderness, oven, water bath, principal component analysis

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 2

Figura 1. Correlações de Pearson entre cortes (Capitão e T-bone) e métodos de cocção (Forno e banho maria).....	40
Figura 2. Percentual de contribuição das variáveis nos componentes 1 (PC 1), componente 2 (PC 2), componente 3 (PC 3) e componente 4 (PC 4).....	41
Figura 3. Biplot de correlação entre as variáveis e os componentes principais (PC). Componente principal 1 (PC1), componente principal 2 (PC2) e componente principal 3 (PC3).....	42

LISTA DE TABELAS**CAPÍTULO 2**

Tabela 1. Valores de média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das medidas de carcaça	36
Tabela 2. Número de amostras (N), média, desvio padrão (DP) e valor mínimo (Min.) e valor máximo (Máx.) da análise descritiva das medidas de qualidade de carne	38
Tabela 3. Médias da análise descritiva das medidas de qualidade de carne de cordeiro nos diferentes cortes e tratamentos de cocção.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

a*	Coloração vermelha
b*	Coloração amarela
C	Capitão
CEUA	Comissão de ética no uso de animais
CHR	Chroma
CP	Componente principal
CV	Coeficiente de variação
DL	Perda por gotejamento
DP	Desvio padrão
EL	Perda por evaporação
FAT	Lipídeos totais
FMVZ	Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
L*	Luminosidade
MA	Área muscular
MFI	Índice de fragmentação miofibrilar
OC	Cozimento no forno
PCA	Análise de componentes principais
PCQ	Peso de carcaça quente
PT	Perdas totais por cocção
RCQ	Rendimento de carcaça quente
SF	Força de cisalhamento
S.I.S.P.	Serviço de Inspeção de Produtos de Origem Animal do Estado de São Paulo
T	T-bone
UNESP	Universidade Estadual Paulista
WB	Banho maria
WHC	Capacidade de retenção de água

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – Considerações iniciais	16
1. Introdução	17
2. Carne ovina.....	18
3. Qualidade de carne	18
3.1. pH.....	19
3.2. Maciez	20
3.3. Cor.....	21
4. Cortes Capitão e T-bone	22
5. Métodos de cocção	23
5.1. Cocção seca.....	23
5.2. Cocção úmida.....	24
CAPÍTULO 2 - Qualidade da carne de cordeiros em cortes comerciais submetidos à dois métodos de cocção.....	39
Resumo	33
Abstract.....	34
1. Introdução	34
2. Material e Métodos.....	35
2.1. Animais	35
2.2. Amostras	36
2.3. Área muscular e pH.....	36
2.4. Cor da carne	36
2.5. Capacidade de retenção de água e perdas por cocção.....	37
2.6. Força de cisalhamento e índice de fragmentação miofibrilar	37
2.7. Análise estatística.....	37
3. Resultados.....	38
4. Discussão	43
4.1. Características de qualidade da carcaça e da carne	43
4.2. Correlações entre os cortes e métodos de cocção	44
4.3. Análise de componentes principais	45
5. Conclusões.....	46
Referências	46
CAPÍTULO 3 - Implicações	52

CAPÍTULO 1

Considerações iniciais

1. INTRODUÇÃO

A ovinocultura voltada para produção de carne no Brasil é uma atividade pecuária com potencial para crescimento, principalmente para as pequenas e médias propriedades. A produção é explorada em todas as regiões e ecossistemas contabilizando rebanho de aproximadamente 20,5 milhões de animais distribuídos entre as regiões Nordeste, Sul, Centro-Oeste e Sudeste do país. O Estado de São Paulo possui 1,6% do rebanho de ovinos e a Bahia, que é o estado mais produtivo, detém 20,68% do rebanho nacional de ovinos (IBGE, 2022).

Grande parte dos produtores não tem como atividade principal a ovinocultura, mas sim atividades como a bovinocultura de corte, o que acaba levando a uma baixa especialização da mão de obra e à falta de informações adequadas quanto ao desenvolvimento da criação por parte de muitos produtores, independentemente da aptidão do rebanho (SORIO, 2017).

Partindo do diagnóstico realizado por Brisola *et al.* (2021), acredita-se que muitos dos problemas evidenciados no setor se conservem até os dias atuais. Desde a produção rural até o consumo de produtos derivados, mostrando uma carência de âmbito institucional, organizacional e interrelacional, que percorre a atividade rural e chega ao consumo, perpassando a indústria e os sistemas de distribuição. Outra grande questão é a falta de uma avaliação sistemática das carcaças e da qualidade de carne, que causam perdas econômicas na cadeia de produção (HENCHION; MCCARTHY; RESCONI, 2017).

A carne de cordeiro contém nutrientes importantes, como proteínas, ácidos graxos e vitaminas e minerais, como ferro, zinco e selênio, que podem contribuir com a saúde humana (FOWLER; MORRIS; HOPKINS, 2019). Alguns processamentos e métodos de cocção influenciam nas características sensoriais e nutricionais da carne.

A cocção da carne gera impacto no teor de gordura e água, o que pode influenciar o sabor e textura da carne de cordeiro (HOPKINS, 2016). Com a melhora da textura, do sabor e do aroma dos produtos de carne vermelha, mas também pode reduzir a disponibilidade de nutrientes, degradar proteínas e aumentar a perda de água (SILVA *et al.*, 2017).

Tal como a cocção convencional no forno, a cocção úmida gera alterações físicas ou químicas na carne vermelha, dentre as quais algumas são elevadas e outras mais baixas. A cocção úmida tem potencial de reduzir as perdas de qualidade da carne em comparação com as técnicas convencionais de cocção devido à sua baixa temperatura, sendo uma das técnicas com alterações positivas nas propriedades físicas e químicas da carne (AYUB; AHMAD, 2019).

Nesse contexto, a forma de preparo (método de cocção) e o corte (corte) são fatores que podem interagir e afetar a qualidade carne. No Brasil existem poucos estudos na literatura que foram capazes de avaliar a influência dos métodos de cocção na carne de ovina, portanto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos dos métodos de cocção, seca e úmida, em dois cortes, sobre a qualidade de carne.

2. CARNE OVINA

A carne é o resultado de inúmeras transformações bioquímicas que ocorrem no corte após o abate do animal e tem grande importância na nutrição humana pela elevada qualidade de sua composição nutricional (OSÓRIO *et al.*, 2014). A qualidade da carne ovina pode ser definida pelo aspecto sanitário, sua coloração e da gordura, quantidade de gordura intramuscular e de gordura de cobertura (subcutânea), associada aos atributos sensoriais, aroma, maciez e sabor (ALVES *et al.*, 2014).

Nutrientes importantes presentes na carne de cordeiro, como aminoácidos essenciais e não-essenciais, auxiliam em funções fisiológicas do corpo humano, tais como digestão de proteínas, reparação e construção de tecidos, metabolismo de gordura, aumento da atividade cerebral e força física (KRISHTAFOVICH *et al.*, 2016).

Aliado aos benefícios à saúde decorrentes da carne de cordeiro, melhor compreensão da percepção do produto pelos consumidores pode contribuir para o desenvolvimento de estratégias para aumentar seu consumo, melhorando a percepção do produto pelos consumidores em termos de segurança e qualidade sensorial (FONT-I-FURNOLS; GUERRERO, 2014; TROY; KERRY, 2010).

3. QUALIDADE DE CARNE

A qualidade da carne ovina difere em decorrência de seu valor nutricional, pois possui teor de ácidos graxos saturados menores que a carne bovina, e pela comercialização de cortes apreciados na alta gastronomia. A carne de cordeiro contém nutrientes importantes, como proteínas, gordura, ácidos e vitaminas e minerais tais como ferro, zinco, selênio, que desempenham papel importante em diversas funções vitais do corpo humano (FOWLER; MORRIS; HOPKINS, 2019; GONZAGA *et al.*, 2018)

A avaliação da qualidade da carne ovina envolve estudos sobre cor da carne, cor da gordura subcutânea, quantidade de gordura intramuscular e da área do músculo, associando-se essas características físicas e químicas aos atributos sensoriais como aroma, maciez e sabor (ALVES *et al.*, 2014). Adicionalmente, a qualidade da carne ovina pode estar relacionada a combinação de atributos como sabor, suculência, textura, maciez e aparência, que apresentam relação com o acabamento, peso da carcaça e preços dos cortes cárneos (SILVA SOBRINHO, 2001).

Para que a indústria do cordeiro se mantenha competitiva a longo prazo, as características de qualidade de carne precisam ser continuamente melhoradas para atingir níveis ótimos, juntamente com outras características de produtividade, além de manter um padrão de produção. Os atributos de qualidade da carne são compostos por características como a cor da carne, maciez, marmoreio e pH. Estas características influenciam a experiência alimentar e a aceitação do cordeiro por parte do consumidor e, consequentemente, o não cumprimento das expectativas do consumidor resultará na rejeição do produto e na perda do acesso ao mercado (BRITO *et al.*, 2017).

3.1. pH

No músculo de um animal vivo em condições normais o pH está próximo à neutralidade, aproximadamente 7,2. O pH da carne, por sua vez após a transformação bioquímica do músculo em carne – período *post-mortem*, pode variar de 5,2 a 7,0. Os produtos de mais alta qualidade tendem a estabilizar na faixa de pH de 5,7. Para o *Meat and Livestock Australia* (MLA) o pH aceitável da carcaça é inferior a 5,71 (WEGLARZ, 2010; MLA, 2011). O pH muscular decresce de 7,0 logo após o abate até aproximadamente 5,3 a 5,8 após o resfriamento, de modo que a redução de pH durante o resfriamento ocorra entre 6 e 12 horas e completa até 18 a 40 horas após o abate (SAVELL; MUELLER; BAIRD, 2005). O pH da carcaça de cordeiro pode ser dividido em três grupos: normal ou baixo (<5,8), intermediário (5,8-6,3) e alto (>6,3) (GALLO; TARUMÁN; LARRONDO, 2018).

Após a morte do animal, a glicólise anaeróbia passa a ser conhecida como glicólise *post mortem*. O ácido lático que geralmente é carregado pelo sangue para ser eliminado e transformado em outras substâncias, sem a presença da corrente sanguínea, passa a se acumular, ocasionando o abaixamento do pH da musculatura. É um processo irreversível acontecerá até que as reservas de glicogênio se esgotem, interrompendo o fornecimento de substrato para produção de energia e estacionando o valor do pH. A reação também poderá ser interrompida

quando o valor de pH for suficiente para inibir a ação das enzimas glicolíticas. Em músculos de mamíferos, o pH para em torno de 5,5 e geralmente a concentração de glicogênio é nula (LAWRIE; LEDWARD, 2006; WARRISS, 2000).

O estresse físico e fisiológico dos animais antes do abate em geral afeta negativamente o bem-estar animal, pH e qualidade da carne. Fatores como altas densidades de lotação durante o transporte para o abate, duração e condições de alojamento, condições climáticas adversas, perturbação social ou um ambiente novo podem causar diminuição do pH. Portanto, um pH final alto (geralmente medido 24 horas após a morte) em carcaças de cordeiro será um reflexo das condições inadequadas e do estresse a que os animais foram submetidos pré-abate e pode ser usado como um indicador de bem-estar post-mortem (CAÑEQUE *et al.*, 2004; FERGUSON; WARNER, 2008; GALLO; TARUMÁN; LARRONDO, 2018; SUTHERLAND *et al.*, 2016).

Condições estressantes antes do abate podem reduzir os estoques de glicogênio muscular, o que pode resultar em um pH final elevado da carne e baixos níveis residuais de glicose (ADZITEY; NURUL, 2011; BOND; WARNER, 2004; WARNER *et al.*, 2005). Isso pode influenciar substancialmente a bioquímica e a fisiologia do músculo *post mortem*, que regem importantes atributos de qualidade da carne, como maciez, capacidade de retenção de água, sabor, cor da carne e prazo de validade microbiológico. A carne com pH final alto pode apresentar diferenças distintas nas características de qualidade da carne e uma suscetibilidade variável à deterioração por microrganismos (ADZITEY; NURUL, 2011; HONIKEL, 2014).

Os fatores que afetam negativamente a qualidade da carne também podem afetar negativamente o bem-estar dos animais, incluindo o manuseio inadequado, a privação de alimento e água e o excesso de lotação. Essa ligação estreita entre a qualidade da carcaça e da carne e o bem-estar dos animais significa que as melhorias no bem-estar dos animais provavelmente também melhorarão o rendimento da carcaça e a qualidade da carne e vice-versa. Além disso, o bem-estar animal é um aspecto importante da produção de alimentos que é considerado pelos consumidores ao tomarem decisões de compra (SUTHERLAND *et al.*, 2016).

3.2. Maciez

A maciez da carne é dependente das características das fibras musculares, e essa, por sua vez depende de inúmeros fatores como raça, genótipo, sexo, hormônios, desempenho de

crescimento, dieta, localização do músculo, exercícios e temperatura ambiente, os quais podem alterar as características da fibra muscular e consequentemente a qualidade da carne (JOO *et al.*, 2013). Entre os fatores *antemortem*, que comprovadamente atuam sobre a maciez da carne, destacam-se raça ou genótipo, alimentação, idade, sexo, aplicação de promotores de crescimento e manejo pré-abate. Entre os fatores *postmortem*, destacam-se aqueles inerentes ao abate industrial, como o resfriamento e a velocidade de redução do pH muscular, uma vez que o frio interfere diretamente nos processos bioquímicos *postmortem* responsáveis pela transformação de músculos em carne (FELÍCIO, 1997; WHITE *et al.*, 2006).

Diferentes métodos têm sido utilizados por cientistas da carne para quantificar estas propriedades texturais, e dados destes comparados com as pontuações de maciez dos consumidores para definir limiares de aceitabilidade. A força de cisalhamento é o método primário utilizado para quantificar objetivamente a maciez da carne vermelha devido ao menor custo e rapidez, além disso remove grande parte da natureza subjetiva dos testes sensoriais. (HOLMAN; FOWLER; HOPKINS, 2016).

3.3. Cor

A cor é a primeira característica a ser observada pelo consumidor no momento da compra (JEREMIAH; CARPENTER; SMITH, 1972), sendo a mesma uma propriedade ótica fundamental em produtos alimentícios devido a seu papel como indicador de informações críticas, como a salubridade, maturação ou frescor de um produto (HUTCHINGS, 2003; HENCHION; MCCARTHY; RESCONI, 2017). A grande importância econômica que hoje se dá a cor da carne tem como marco a opção feita pela indústria e varejo nos últimos anos, com a venda de carnes pré-embaladas em bandejas colocadas em expositores, seja com película permeável ao oxigênio ou em atmosfera modificada (OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009).

O aspecto da carne fresca determina sua atração para o consumidor, sua utilização para o comércio e processamento. As mudanças mais perceptíveis para o consumidor são as que podem alterar as propriedades físicas da carne, relacionadas ao frescor, influenciando diretamente sua aquisição. Na carne, o pigmento responsável pela cor é a mioglobina. (MANCINI; HUNT, 2005; OSÓRIO; OSÓRIO; SAÑUDO, 2009).

Carnes com pH final baixo favorecem a auto oxidação do pigmento, apresentando coloração mais clara. Carnes pálidas, moles e exsudativas (PSE) ocorrem quando o pH da carne é menor que 6 aos 45 minutos após o abate (ADZITEY; NURUL, 2011; OSÓRIO *et al.*, 2014).

Carne com pH entre 6,2 e 7,0 possivelmente será escura, firme e seca (DFD) de utilidade apenas para a processamento (Watanabe et al., 1996).

4. CORTES CAPITÃO E T-BONE

A maciez varia entre os músculos, pelo tamanho da fibra, dependendo de sua função (ABDULLAH; QUDSIEH, 2009). Kamruzzaman (2013) relatou que o T-bone, nome comercial atribuído ao corte do lombo, apresentou maior maciez em comparação com o Capitão, nome comercial do corte transversal do pernil, com base nos valores de força de cisalhamento. Abdullah e Qudsieh (2009) também observaram uma tendência semelhante nos valores de força de cisalhamento em carne de cordeiro. Os cortes analisados neste estudo diferem em termos das suas funções em animais vivos, sendo que os músculos do T-bone (T) são posicionais importantes para a manutenção da postura, enquanto os músculos do Capitão (C) são locomotivos primários (BELEW *et al.*, 2003). As principais funções destes músculos afetam a sua composição (fibras musculares, conectivas, adiposas, vasculares e tecidos nervosos) e cor (GAJAWEERA *et al.*, 2020; LISTRAT *et al.*, 2015). Os músculos mais ativos, como os do C, são mais escuros do que os restantes músculos, incluindo o T (GAJAWEERA *et al.*, 2020; TKACZ *et al.*, 2020).

A classificação dos tipos de fibra muscular começou inicialmente com o reconhecimento de que os músculos visualmente vermelhos ou brancos tinham diferenças distintas em sua função fisiológica, com os músculos vermelhos escuros tendo um papel postural com velocidade de contração mais lenta e maior resistência à fadiga. A associação de músculos de contração lenta com maior capacidade de mioglobina e aeróbia levou à designação precoce dessas fibras como "fibras vermelhas lentas". Da mesma forma, os filamentos de cor pálida e de contração rápida tinham capacidade aeróbia limitada e foram designados como "fibras brancas rápidas" (AALHUS, 2009).

Com base nas suas diferenças moleculares, estruturais, contráteis e metabólicas, as miofibrilas são classificadas em três tipos de fibras: tipo I – de contração lenta e oxidativa, tipo IIA – de contração rápida e oxidativa; e tipo IIB – de contração rápida e glicolítica. Segundo Hwang et al. (2010), *T-bone* e Capitão diferem em termos das proporções de fibras I, IIA e IIB. O *T-bone* de bovino era composto de fibras tipo I em 33,1%, fibras tipo IIA em 14,9%, e fibras tipo IIB em 52,6%, enquanto a composição fibrosa do Capitão era a seguinte: fibras tipo I-12,0%; fibras tipo IIA-27,3%; fibras tipo IIB-61,8% (TKACZ *et al.*, 2020).

5. MÉTODOS DE COCÇÃO

A carne requer preparação adequada antes do consumo, e o tratamento térmico por cocção garante a segurança microbiológica por meio da destruição de agentes patogênicos e torna-a mais digerível (KONDJOYAN *et al.*, 2014; TORNBERG, 2005).

Os métodos de cocção compreendem todas as trocas químicas, físico-químicas e estruturais dos componentes dos alimentos provocados intencionalmente pelo efeito do calor (TSCHEUSCHNER, 2001). Considerando que métodos de cocção resultam em mudanças na qualidade dos produtos cárneos, o impacto sobre as suas propriedades influencia na preferência do consumidor (AYUB; AHMAD, 2019; O'NEILL *et al.*, 2019). Tanto a temperatura, como o tempo de cozimento da carne têm um grande efeito na produção de radicais no músculo que levam à oxidação de lipídios e proteínas, que por sua vez podem causar alterações indesejáveis na cor, nos valores sensoriais e nutritivos (ESTÉVEZ; VENTANAS; HEINONEN, 2011).

A gordura intramuscular tem influência importante na palatabilidade da carne devido à sua contribuição específica para a suculência, sabor e maciez. A cocção tem impacto no teor de gordura e água da carne, o que pode influenciar o sabor e textura da carne de cordeiro (HOPKINS, 2016).

Os métodos de cocção, como grelhar, assar e ferver, desenvolvem diferentes tipos de sabor na carne de cordeiro devido a reação entre aminoácidos e açúcares, bem como a degradação lipídica. Isto ocorre em temperatura entre 150 e 250 °C, e maior desnaturação das proteínas na superfície da carne de cordeiro misturada com os açúcares cria o "sabor da carne". Os ácidos graxos da carne de cordeiro dependem da cocção e produzem compostos voláteis por peroxidação lipídica. Portanto, o sabor e o aroma da carne de cordeiro cozida são influenciados pelo perfil de ácidos graxos da carne. Os compostos odoríferos presentes na carne cozida estão associados à formação de compostos carbonílicos voláteis que resultam da oxidação dos ácidos graxos insaturados na carne de cordeiro (BRAVO-LAMAS *et al.*, 2018; ELMORE; MOTTRAM, 2006; VASTA *et al.*, 2012).

5.1. Cocção seca

A qualidade alimentar do cordeiro é influenciada pelas atitudes do consumidor em relação à maciez, ao sabor do cordeiro assado e ao sabor desenvolvido na carne cozida (DE

ANDRADE *et al.*, 2016). Alguns métodos de cocção tradicionais, como grelhar, podem causar alterações físico-químicas que afetam negativamente a carne se aquecida intensamente, causando diminuição de maciez, suculência, sabor e cor.

O método de cocção por calor seco consiste em preparar a carne dentro do forno permitindo que o calor seco circule livremente até que o alimento esteja cozido em seu centro geométrico e a parte externa esteja dourada. Nesse método há redução significativa no peso da carne, especialmente se o processo for realizado em forno convencional (SILVA *et al.*, 2012). É um dos métodos de cocção populares de preparação da carne de cordeiro devido à maciez e sabor único do produto (CAMPO *et al.*, 2013; SAÑUDO *et al.*, 2007).

A cocção convencional no forno aumenta consideravelmente a dureza da carne. A principal alteração na estrutura da carne provocada pelo aquecimento é a desnaturação das proteínas. A desnaturação termicamente induzida das proteínas da carne é acompanhada por uma perda de água muito substancial, e como a água é o principal plastificante da carne, a perda de água aumenta a rigidez e dureza após cozimento (HUGHES *et al.*, 2014). A carne vermelha é derivada do tecido muscular e caracterizada pelo seu elevado teor de proteínas (aproximadamente 21%) e água (71-74%) (PURCHAS, 2014). Quando cozida utilizando métodos de calor seco, que são geralmente acompanhados por temperaturas elevadas (> 100 °C), a intensidade da temperatura e o tempo de permanência sob cocção provoca alteração no teor de água e proteína da carne.

Como a cocção seca utiliza alta temperatura que contribui para uma perda de nutrientes, sabor, cor entre outros, estão sendo desenvolvidos diferentes métodos que utilizam temperatura menores para amenizar o problema da cocção tradicional (IBORRA-BERNAD *et al.*, 2013).

5.2. Cocção úmida

Os métodos de cocção foram recentemente modificados de acordo com a conscientização dos consumidores e, conseqüentemente, modificações foram introduzidas, como o cozimento úmido à vácuo (OZ; ZIKIROV, 2015).

Os métodos de cocção úmida tem como característica principal o uso de baixa temperatura (abaixo de 100°C), por um período mais longo, se comparado ao método tradicional. Consiste em um método de acondicionar alimentos crus em embalagens impermeáveis, realizar um cozimento à vácuo, submetendo-os a posterior resfriamento e armazenamento sob refrigeração (BORCH; ARINDER, 2002; ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

A cocção de carnes embaladas a vácuo em longo tempo e temperaturas baixas de cocção surgiu como uma técnica popularizada durante as últimas duas décadas. Tem sido amplamente adotada pelos serviços de buffet e processamento alimentar para fornecer alimentos de qualidade sensorial superior com prazo de validade mais longo em comparação com as tecnologias convencionais de refrigeração (SÁNCHEZ DEL PULGAR; GÁZQUEZ; RUIZ-CARRASCAL, 2012).

Tratamentos como o banho-maria (CHRISTENSEN *et al.*, 2011) e o processamento a alta pressão em temperaturas de aquecimento moderadas (SIKES; TORNBERG; TUME, 2010) resultam na retenção de maior quantidade de líquido na carne cozida, que é então mais macia e menos fibrosa (HUGHES *et al.*, 2014).

Nesse contexto, verifica-se que são limitadas as pesquisas nacionais sobre a influência da cocção na qualidade de carne ovina. Estudos que avaliem tais condições podem contribuir de maneira inédita para a geração de informações para produtores, indústria frigorífica, varejo e consumidores. Diferentes métodos de cocção podem impactar as características de qualidade da carne. Com a descrição dessas alterações por meio de análises físico-químicas empregadas nos laboratórios de pesquisa, pode-se definir melhores padrões para as características de qualidade de carne dependendo do método de cocção empregado.

O Capítulo 2, intitulado **QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS EM CORTES COMERCIAIS SUBMETIDOS À DOIS MÉTODOS DE COCÇÃO** se encontra nas normas para publicação na revista *Small Ruminant Research*, com exceção do idioma. Objetivou-se avaliar características de qualidade de carne de amostras de carne de cordeiros comparando-se dois métodos de cocção (seca *versus* úmida) e dois cortes de cortes comerciais (T-bone e Capitão).

REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, Abdullah Y.; QUDSIEH, Rasha I. Effect of slaughter weight and aging time on the quality of meat from Awassi ram lambs. **Meat Science**, [s. l.], v. 82, n. 3, p. 309–316, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.01.027>.
- ADZITEY, F.; NURUL, H. Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: Causes and measures to reduce these incidences - a mini review. **International Food Research Journal**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 11–20, 2011.
- ALVES, L. G. C. *et al.* Produção de carne ovina com foco no consumidor. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer**, [s. l.], v. 10, n. 18, p. 2400, 2014.

AYUB, Haris; AHMAD, Asif. Physiochemical changes in sous-vide and conventionally cooked meat. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, [s. l.], v. 17, n. August 2018, p. 100145, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100145>.

BELEW, J. B. *et al.* Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. **Meat Science**, [s. l.], v. 64, n. 4, p. 507–512, 2003.

BOND, J J; WARNER, R D. MEAT The effect of exercise stress , adrenaline injection and electrical stimulation on changes in quality attributes and proteins in Semimembranosus muscle of lamb. [s. l.], v. 68, p. 469–477, 2004.

BORCH, E.; ARINDER, P. Bacteriological safety issues in red meat and ready-to-eat meat products, as well as control measures. **Meat Science**, [s. l.], v. 62, n. 3, p. 381–390, 2002.

BRAVO-LAMAS, Leire *et al.* Fatty acid composition of intramuscular fat and odour-active compounds of lamb commercialized in northern Spain. **Meat Science**, [s. l.], v. 139, n. January, p. 231–238, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.02.006>.

BRITO, Luiz Fernando *et al.* Genetic parameters for various growth, carcass and meat quality traits in a New Zealand sheep population. **Small Ruminant Research**, [s. l.], v. 154, n. August 2016, p. 81–91, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.07.011>.

CAMPO, M. M. *et al.* Influence of cooking method on the nutrient composition of Spanish light lamb. **Journal of Food Composition and Analysis**, [s. l.], v. 31, n. 2, p. 185–190, 2013.

CANIQUE, V. *et al.* Carcass and meat quality of light lambs using principal component analysis. **Meat Science**, [s. l.], v. 67, n. 4, p. 595–605, 2004.

CHRISTENSEN, Line *et al.* Effect of prolonged heat treatment from 48°C to 63°C on toughness, cooking loss and color of pork. **Meat Science**, [s. l.], v. 88, n. 2, p. 280–285, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.12.035>.

DE ANDRADE, Juliana Cunha *et al.* Understanding consumers' perception of lamb meat using free word association. **Meat Science**, [s. l.], v. 117, p. 68–74, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.02.039>.

ELMORE, J. Stephen; MOTTRAM, Donald S. The role of lipid in the flavour of cooked beef. **Developments in Food Science**, [s. l.], v. 43, n. C, p. 375–378, 2006.

ESTÉVEZ, Mario; VENTANAS, Sonia; HEINONEN, Marina. Formation of Strecker aldehydes between protein carbonyls - α -Aminoadipic and γ -glutamic semialdehydes - and leucine and isoleucine. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 128, n. 4, p. 1051–1057, 2011.

FELÍCIO, P. E. Fatores Ante E Post Mortem Que Influenciam a Maciez Da Carne Ovina. **Ensaio nas Ciências Agrárias e Ambientais** 7, [s. l.], p. 103–114, 1997.

FERGUSON, D. M.; WARNER, R. D. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants?. **Meat Science**, [s. l.], v. 80, n. 1, p. 12–19, 2008.

FONT-I-FURNOLS, Maria; GUERRERO, Luis. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. **Meat Science**, [s. l.], v. 98, n. 3, p. 361–371, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.025>.

FOWLER, Stephanie M.; MORRIS, Stephen; HOPKINS, David L. Nutritional composition of lamb retail cuts from the carcasses of extensively finished lambs. **Meat Science**, [s. l.], v. 154, n. April, p. 126–132, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.04.016>.

GAJAWEERA, Chandima *et al.* Assessment of carcass and meat quality of longissimus thoracis and semimembranosus muscles of Hanwoo with Korean beef grading standards. **Meat Science**, [s. l.], v. 160, n. July 2019, p. 107944, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107944>.

GALLO, Carmen; TARUMÁN, Juan; LARRONDO, Cristian. Main factors affecting animal welfare and meat quality in lambs for slaughter in Chile. **Animals**, [s. l.], v. 8, n. 10, p. 1–20, 2018.

GONZAGA, S. S. *et al.* **Manual de cortes de carne ovina** Manual de cortes de carne ovina. 1ªed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. E-book. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094915>.

HENCHION, Maeve M.; MCCARTHY, Mary; RESCONI, Virginia C. Beef quality attributes: A systematic review of consumer perspectives. **Meat Science**, [s. l.], v. 128, p. 1–7, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.01.006>.

HOLMAN, Benjamin W.B.; FOWLER, Stephanie M.; HOPKINS, David L. Are shear force methods adequately reported?. **Meat Science**, [s. l.], v. 119, p. 1–6, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.032>.

HONIKEL, K. O. Chemical and physical characteristics of meat| pH measurement. 2014.

HOPKINS, David. Sheep quality: Effect of breed, genetic type, gender, and age on meat quality. **Meat Quality: Genetic and Environmental Factors**, [s. l.], n. 2016, p. 391–416, 2016.

HUGHES, J. M. *et al.* A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. **Meat Science**, [s. l.], v. 98, n. 3, p. 520–532, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.022>.

HUTCHINGS, John B. Expectations and the food industry: The impact of color and appearance. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2003.

HWANG, Young Hwa *et al.* The relationship between muscle fiber characteristics and meat quality traits of highly marbled Hanwoo (Korean native cattle) steers. **Meat Science**, [s. l.], v. 86, n. 2, p. 456–461, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.034>.

IBORRA-BERNAD, C. *et al.* Optimizing the texture and color of sous-vide and cook-vide green bean pods. **Lwt**, [s. l.], v. 51, n. 2, p. 507–513, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2012.12.001>.

JEREMIAH, L E; CARPENTER, Z L; SMITH, G C. Beef As Related To Consumer Acceptance and Introduction. **Journal of Food Science**, [s. l.], v. 37, p. 29–32, 1972.

JOO, S. T. *et al.* Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. **Meat Science**, [s. l.], v. 95, n. 4, p. 828–836, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.044>.

KAMRUZZAMAN, Mohammed *et al.* Non-destructive assessment of instrumental and sensory tenderness of lamb meat using NIR hyperspectral imaging. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 141, n. 1, p. 389–396, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.02.094>.

KONDJOYAN, Alain *et al.* Towards models for the prediction of beef meat quality during cooking. **Meat Science**, [s. l.], v. 97, n. 3, p. 323–331, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.032>.

KRISHTAFOVICH, V. *et al.* The value of the lamb meat in human nutrition. **International Food Research Journal**, [s. l.], v. 23, n. 6, p. 2540–2544, 2016.

LAWRIE, R. A.; LEDWARD, David. **Lawrie's Meat Science: Seventh Edition**. [S. l.: s. n.], 2006.

LISTRAT, A. *et al.* How muscle structure and composition determine meat quality. **Productions Animales**, [s. l.], v. 28, n. 2, 2015.

MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**, [s. l.], v. 71, n. 1, p. 100–121, 2005.

MLA, Meat and Livestock Australia Limited. (2011). Meat Standards Australia beef information kit. Tips and tools. July 2013. Retrieved from <http://www.mla.com.au/News-and-resources/Publication-details?pu-bid=6009>

MONTEIRO, Maicon Gonçalves; BRISOLA, Marlon Vinícius; FILHO, José Eustáquio Ribeiro Vieira. TD 2660 - Diagnóstico da Cadeia Produtiva de Caprinos e Ovinos no Brasil. **Texto para Discussão**, [s. l.], p. 1–31, 2021.

O'NEILL, Ciara M. *et al.* Comparative effect of different cooking methods on the physicochemical and sensory characteristics of high pressure processed marinated pork chops. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, [s. l.], v. 54, n. March, p. 19–27, 2019.

OSÓRIO, José Carlos da Silveira *et al.* Produção e qualidade de carne. **Produção de Ovinos no Brasil**, [s. l.], n. July 2015, p. 399–445, 2014.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 38, n. SUPPL. 1, p. 292–300, 2009.

OZ, Fatih; ZIKIROV, Eldos. The effects of sous-vide cooking method on the formation of heterocyclic aromatic amines in beef chops. **Lwt**, [s. l.], v. 64, n. 1, p. 120–125, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.05.050>.

PURCHAS, R. W. Tenderness measurement. **Encyclopedia of Meat Sciences**, [s. l.], v. 3, p. 452–459, 2014.

SÁNCHEZ DEL PULGAR, José; GÁZQUEZ, Antonio; RUIZ-CARRASCAL, Jorge. Physicochemical, textural and structural characteristics of sous-vide cooked pork cheeks as affected by vacuum, cooking temperature, and cooking time. **Meat Science**, [s. l.], v. 90, n. 3, p. 828–835, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.11.024>.

SAÑUDO, C. *et al.* Regional variation in the hedonic evaluation of lamb meat from diverse production systems by consumers in six European countries. **Meat Science**, [s. l.], v. 75, n. 4, p. 610–621, 2007.

SAVELL, J. W.; MUELLER, S. L.; BAIRD, B. E. The chilling of carcasses. **Meat Science**, [s. l.], v. 70, n. 3 SPEC. ISS., p. 449–459, 2005.

SIKES, Anita; TORNBERG, Eva; TUME, Ron. A proposed mechanism of tenderising post-rigor beef using high pressure-heat treatment. **Meat Science**, [s. l.], v. 84, n. 3, p. 390–399, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.09.007>.

SILVA, C. S. *et al.* Análise do Fator de Cocção de Alimentos. [s. l.], 2012.

SILVA, Francisco L.F. *et al.* Comparison between boiling and vacuum cooking (sous-vide) in the bioaccessibility of minerals in bovine liver samples. **Food Research International**, [s. l.], v. 100, n. July, p. 566–571, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.054>.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos**. Funep, 2001.

SORIO, André. Diagnóstico da Oferta e Demanda de Ovinos e Caprinos para processamento de carne, pele e leite na região central do Tocantins. **Secretaria do desenvolvimento da agricultura e pecurária - Estado do Tocantins**, [s. l.], p. 19, 2017. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/405313/>.

SUTHERLAND, M. A. *et al.* Effect of pre-slaughter handling, exercise and the presence of a dog on lamb welfare and meat quality. **Animal**, [s. l.], v. 10, n. 8, p. 1360–1367, 2016.

TKACZ, Katarzyna *et al.* The applicability of total color difference ΔE for determining the blooming time in longissimus lumborum and semimembranosus muscles from holstein-friesian bulls at different ageing times. **Applied Sciences (Switzerland)**, [s. l.], v. 10, n. 22, p. 1–10, 2020.

TORNBERG, E. Effects of heat on meat proteins - Implications on structure and quality of meat products. **Meat Science**, [s. l.], v. 70, n. 3 SPEC. ISS., p. 493–508, 2005.

TROY, D. J.; KERRY, J. P. Consumer perception and the role of science in the meat industry. **Meat Science**, [s. l.], v. 86, n. 1, p. 214–226, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.009>.

TSCHEUSCHNER, Horst-Dieter *et al.* Fundamentos de tecnología de los alimentos. 2001.

VASTA, V. *et al.* Volatile compound profile of ewe's milk and meat of their suckling lambs in relation to pasture vs. indoor feeding system. **Small Ruminant Research**, [s. l.], v. 105, n. 1–3, p. 16–21, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.02.010>.

WARNER, R. D. *et al.* Effects of nitric oxide and oxidation in vivo and postmortem on meat tenderness. **Meat Science**, [s. l.], v. 71, n. 1, p. 205–217, 2005.

WARRISS, P. D. Meat Science: An Introductory Text. **Meat Science**, [s. l.], v. 56, n. 3, p. 319, 2000.

WATANABE, A.; DALY, C. C.; DEVINE, C. E. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. **Meat Science**, [s. l.], v. 42, n. 1, p. 67–78, 1996.

WĘGLARZ, A. Meat quality defined based on pH and colour depending on cattle category and slaughter season. colour and pH as determinants of meat quality dependent on cattle category and slaughter season. **Czech Journal of Animal Science**, [s. l.], v. 55, n. No. 12, p. 548–556, 2010.

WHITE, A. *et al.* Manipulation of the pre-rigor glycolytic behaviour of bovine *M. longissimus dorsi* in order to identify causes of inconsistencies in tenderness. **Meat Science**, [s. l.], v. 73, n. 1, p. 151–156, 2006.