

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS JABOTICABAL**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA
DA CARNE DE COELHOS DA LINHAGEM BOTUCATU DE
DIFERENTES IDADES**

Erick Alonso Villegas Cayllahua

Zootecnista

2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS JABOTICABAL

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA
DA CARNE DE COELHOS DA LINHAGEM BOTUCATU DE
DIFERENTES IDADES

Erick Alonso Villegas Cayllahua

Orientadora: Profa. Dra. Hirasilva Borba

Coorientador: Prof. Dr. Leandro Dalcin Castilha

Tese apresentada a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

2023

C385c Cayllahua, Erick Alonso Villegas
Caracterização físico-química e tecnológica da carne de coelhos da
linhagem Botucatu de diferentes idades / Erick Alonso Villegas
Cayllahua. -- Jaboticabal, 2023
78 p. : tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientadora: Hirasilva Borba
Coorientador: Leandro Dalcin Castilha

1. Qualidade da carne. 2. Carne de coelho. 3. Alimentos
processados. 4. Armazenamento. 5. Coelho. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA DA CARNE DE COELHOS DA LINHAGEM BOTUCATU DE DIFERENTES IDADES

AUTOR: ERICK ALONSO VILLEGAS CAYLLAHUA

ORIENTADORA: HIRASILVA BORBA

COORDENADOR: LEANDRO DALCIN CASTILHA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Zootecnia, pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. HIRASILVA BORBA (Participação Presencial)
Departamento de Biotecnologia Agropecuária e Ambiental / FCAV UNESP Jaboticabal

Pós-doutoranda JULIANA LOLLI MALAGOLI DE MELLO (Participação Presencial)
Departamento de Biotecnologia e Agropecuária Ambiental / FCAV UNESP Jaboticabal

Prof. Dr. RODRIGO FORTUNATO DE OLIVEIRA (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / Instituto Federal Goiano - Rio Verde/GO

Dra. HELOISA DE ALMEIDA FIDELIS (Participação Virtual)
Autônoma / Ribeirão Preto/SP

Profa. Dra. LIZANDRA AMOROSO (Participação Virtual)
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / FCAV UNESP Jaboticabal

Jaboticabal, 24 de novembro de 2023

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Erick Alonso Villegas Cayllahua, nascido no dia 18 de janeiro de 1994 em Lima, Perú, filho de Honorato Alonso Villegas Perez e Rosalia Adela Cayllahua Chancahuana. Ingressou no curso de Zootecnia em 2010 na Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, graduando-se em 2016, sob a orientação do prof. Dr Carlos Vilchez Perales. Em março de 2018 iniciou as atividades no curso de Mestrado da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus Jaboticabal, São Paulo, sob a orientação da Profa. Dra. Hrasilva Borba, sendo bolsista pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), submetendo-se à defesa de dissertação em fevereiro de 2020 sob a orientação da Profa. Dra. Hrasilva Borba. Em março de 2020 iniciou as atividades no curso de Doutorado da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus Jaboticabal, São Paulo, sob a orientação da Profa. Dra Hrasilva Borba, sendo bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

AGRADECIMENTOS

Eu agradeço primeiramente a Deus, por ter me guiado e cuidado sempre.

Aos meus pais, Honorato Alonso Villegas Perez e Rosalia Adela Cayllahua Chancahuana, por sempre estar me apoiando independentemente de onde eu esteja, sempre brindando-me as palavras de carinho e apoio incondicional, sendo muito agradecido de ter pais tão amorosos como os que tenho.

Aos meus irmãos Karol Villegas Cayllahua, Joel Villegas Cayllahua e Rogger Villegas Cayllahua, por sempre me animarem a me superar, e saber que independentemente das diferentes áreas de atuação, o carinho é tão grande que ainda que algum de nós esteja em outro país, o carinho se mantém intacto e sabendo que esse cuidado vai se manter para sempre.

À minha orientadora Hirasilva Borba, por ter confiado em mim nesta nova etapa da minha vida, sempre dando as oportunidades para eu poder desenvolver meus trabalhos, além da amizade criada durante todos estes anos, estou muito agradecido por isso, porque não somente tive uma orientadora mas uma amiga em quem posso confiar.

Ao Daniel Rodrigues Dutra, meu amigo, meu confidente, muito obrigado por ter sempre me apoiado a melhorar cada vez mais, sabendo que nunca é tarde para continuar melhorando, por sua amizade e apoio incondicional, sou agradecido por ter realizado meu doutorado com você.

Aos meus amigos que foram parte e os que passaram pelo laboratório: Ana Veronica, Taison, Ruchelli, Erika, Mateus, Roko, Juliana, Boizim, Aline, Lucas, Giovanna, Thamiris, Rebecca, pelo apoio, pelas experiências compartilhadas e lembranças do doutorado que vou levar comigo, muito obrigado.

Às minhas amigas do departamento de Biotecnologia como Andreia e Maria Clara, que ainda estando sempre ocupadas, sempre estavam dispostas para ajudar aos outros.

Aos meus amigos do Peru, Erick e Erika que sempre tinham tempo para me ouvir e dando sempre animo a distância.

Ao meu coorientador Leandro Dalcin Castilha, pela disposição de me apoiar durante este processo sempre disponível para poder me orientar.

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

Muito obrigado a todos por ter me dado seu apoio e apreço durante esta etapa, nunca esquecerei disso.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	iv
ABSTRACT.....	v
LISTA DE ABREVIATURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
CAPÍTULO 1 – Considerações gerais.....	1
1. Introdução.....	1
2. Revisão de literatura.....	2
2.1 Produção de coelhos de corte.....	2
2.2 Reposição de matrizes e reprodutores.....	3
2.3 Características da carne de coelho.....	4
2.4 Influência da idade na qualidade da carne.....	5
2.5 Produtos cárneos de animais de descarte.....	7
3. Referências.....	9
CAPÍTULO 2 - Efeito do sexo e idade sobre as características físico-químicas e tecnológicas no músculo <i>Longissimus thoracis et lumborum</i> em coelhos da linhagem Botucatu.....	16
Resumo.....	16
Palavras-chave.....	16
Introdução.....	17
Material e métodos.....	18
Resultados e discussão.....	22
Conclusões.....	31
Referências.....	31
CAPÍTULO 3 - Qualidade físico-química de linguiça tipo frescal processada com carne de coelhas da linhagem Botucatu de diferentes idades armazenada por até 28 dias.....	38
Resumo.....	38
Palavras-chave.....	38
Introdução.....	39
Material e métodos.....	40

Resultados e discussão.....	43
Conclusões.....	52
Referências.....	52
CAPÍTULO 4 - Efeito do congelamento por até 120 dias sobre as características físico-químicas de hambúrgueres de coelhas da linhagem Botucatu, abatidas em diferentes idade de descarte.....	
Resumo.....	59
Palavras-chave.....	59
Introdução.....	60
Material e métodos.....	61
Resultados e discussão.....	64
Conclusões.....	73
Referências.....	73

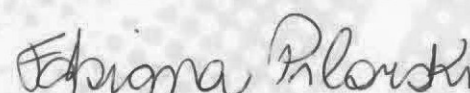
CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "**Caracterização físico-química, sensorial e tecnológica da carne de coelhos de descarte**", protocolo nº 5431/20, sob a responsabilidade da Profa. Dra. Hirasilva Borba, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 10 de dezembro de 2020.

Vigência do Projeto	01/02/2021 a 10/12/2022
Espécie / Linhagem	<i>Oryctolagus cuniculus</i> / Botucatu
Nº de animais	160
Peso / Idade	5kg / 12 meses e 3 kg / 3 meses
Sexo	Macho/Fêmea
Origem	Biotério Central / UNESP (Câmpus Botucatu)

Jaboticabal, 10 de dezembro de 2020.



Profa. Dra. Fabiana Pilarski
Coordenadora – CEUA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA DA CARNE DE COELHOS DA LINHAGEM BOTUCATU DE DIFERENTES IDADES

RESUMO - O sistema de produção intensivo de coelhos otimiza a utilização das fêmeas, pelo aproveitamento de características produtivas (rápido crescimento e rusticidade) e reprodutivas (prolificidade), diminuindo o intervalo entre partos, e desmamando os láparos em menor tempo, produzindo maior número de láparos por ano. No entanto, essa maior exigência das matrizes, pode promover uma maior taxa de descarte no plantel, sendo destinadas em sua maioria ao abate juntamente com coelhos jovens sem distinção. São escassas as informações na literatura com relação à qualidade da carne de coelhos descartados por idade, assim como o seu aproveitamento para a elaboração de produtos processados, como uma forma de aproximar esse tipo de carne ao consumidor e poder ver o seu potencial econômico. Neste cenário, este estudo teve como objetivo caracterizar a qualidade da carne de coelho de descarte assim como a qualidade dos produtos processados elaborados com esse tipo de carne. Devido a isso, foi elaborada uma revisão de literatura e três experimentos, distribuídos em quatro capítulos, os quais serão explicados a seguir. No capítulo 1, são apresentadas as considerações gerais sobre a temática abordada, através de uma revisão de literatura. No Capítulo 2, é apresentado o primeiro experimento, em que foram avaliados os efeitos do sexo e idade sobre as características físico-químicas e tecnológicas do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de coelhos de descarte. Foi observado que a idade exerce grande influência nas propriedades da carne em comparação com o sexo. Por isso, o Capítulo 3 revela o efeito da idade da fêmea sobre a qualidade físico-química e tecnológica de linguiças tipo frescal produzidas com carne de coelhos e armazenadas por até 28 dias de idade. E no Capítulo 4 é apresentada a avaliação da qualidade físico-química de hambúrgueres elaborados com carne proveniente de coelhas de diferentes idades, armazenados sob congelamento por até 120 dias. Devido ao efeito negativo do armazenamento prolongado na qualidade dos produtos (hambúrguer e linguiça tipo frescal), observa-se que a composição química e os valores de oxidação lipídica estiveram dentro dos limites recomendados segundo a legislação para serem destinados ao consumo humano. Recomenda-se a utilização da carne de coelhos de descarte para a elaboração de produtos processados, podendo melhorar as características próprias da carne de coelhos mais velhos, assim como potencializar as características positivas desse tipo de carne durante a elaboração dos processados.

Palavras Chave: cunicultura de corte, hamburger, linguiça, *Oryctolagus cuniculus*, qualidade de carne

PHYSICAL-CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF MEAT FROM BOTUCATU RABBIT LINEAGE OF DIFFERENT AGES

ABSTRACT - The intensive rabbit production system optimizes the use of females, by taking advantage of productive (rapid growth and rusticity) and reproductive (prolificacy) characteristics, reducing the interval between births, and weaning the lambs in less time, producing a greater number of lambs per day. year. However, this greater demand from the breeders can promote a higher discard rate in the herd, with the majority being destined for slaughter together with young rabbits without distinction. There is little information in the literature regarding the quality of meat from rabbits discarded by age, as well as its use for the production of processed products, as a way of bringing this type of meat closer to the consumer and being able to see its economic potential. In this scenario, this study aimed to characterize the quality of discarded rabbit meat as well as the quality of processed products made with this type of meat. Due to this, a literature review and three experiments were prepared, distributed in four chapters, which will be explained below. In chapter 1, general considerations on the topic covered are presented, through a literature review. In Chapter 2, the first experiment is presented, in which the effects of sex and age on the physicochemical and technological characteristics of the Longissimus thoracis et lumborum muscle of discard rabbits were evaluated. It was observed that age has a great influence on meat properties compared to sex. Therefore, Chapter 3 reveals the effect of the female's age on the physical-chemical and technological quality of fresh-type sausages produced with rabbit meat and stored for up to 28 days of age. And in Chapter 4, the evaluation of the physical-chemical quality of burgers made with meat from rabbits of different ages, stored under freezing for up to 120 days, is presented. Due to the negative effect of prolonged storage on the quality of the products (hamburgers and fresh sausages), it was observed that the chemical composition and lipid oxidation values were within the limits recommended according to legislation to be intended for human consumption. It is recommended to use meat from discarded rabbits for the preparation of processed products, which can improve the characteristics of meat from older rabbits, as well as enhancing the positive characteristics of this type of meat during the preparation of processed products.

Keywords: rabbit farming, hamburger, sausage, *Oryctolagus cuniculus*, meat quality

LISTA DE ABREVIATURAS

a*	Intensidade de vermelho
b*	Intensidade de amarelo
CRA	Capacidade de retenção de água
CS	Comprimento de sarcômero
FC	Força de cisalhamento
IFM	Índice de fragmentação miofibrilar
L*	Luminosidade
MDA	Malonaldeído
PE	Porcentagem de encolhimento
pH	Potencial hidrogeniônico
PPA	Perda de peso ao armazenamento
PPC	Perda de peso por cocção
TBARS	Teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico

LISTA DE TABELAS

	Página
Capítulo – 2	
Tabela 1. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*), intensidade de amarelo (b^*) da superfície externa e interna do músculo <i>Longissimus thoracis et lumborum</i> de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses.....	22
Tabela 2. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) do músculo <i>Longissimus thoracis et lumborum</i> de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses.....	24
Tabela 3. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de porcentagem de colágeno solúvel, insolúvel e total do músculo <i>Longissimus thoracis et lumborum</i> de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses.....	25
Tabela 4. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de comprimento de sarcômero (CS) (μ m) do músculo <i>Longissimus thoracis et lumborum</i> de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses.....	26
Tabela 5. Médias ($\pm$ EPM) da interação dos valores de para o índice de fragmentação miofibrilar (IFM) do músculo <i>Longissimus thoracis et lumborum</i> de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses.....	27
Tabela 6. Médias ($\pm$ EPM) da interação dos valores de a porcentagem de umidade, lipídios, proteína e matéria mineral do músculo <i>Longissimus thoracis et lumborum</i> de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses.....	28
Tabela 7. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de oxidação lipídica (TBARS) do músculo <i>Longissimus thoracis et lumborum</i> de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses.....	30
Tabela 8. Médias ($\pm$ EPM) da interação dos valores de concentração de colesterol do músculo <i>Longissimus thoracis et lumborum</i> de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses.....	31

Capítulo - 3

Tabela 1. Formulação da linguiça tipo frescal de coelho (%).....	41
Tabela 2. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*), intensidade de amarelo (b^*) das superfícies externa e internas de linguiças tipo frescal elaboradas com carne provenientes de coelhas da linhagem Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenadas (4°C) por até 28 dias.....	44
Tabela 3. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de perda de peso por cocção (PPC) de linguiças tipo frescal elaboradas com carne provenientes de coelhas da linhagem Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenadas (4°C) por até 28 dias.....	46
Tabela 4. Médias ($\pm$ EPM) da interação dos valores de pH, perda de peso por armazenamento (PPA), e força de cisalhamento de linguiças tipo frescal elaboradas com carne provenientes de coelhas da linhagem Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenadas (4°C) por até 28 dias.....	47
Tabela 5. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de proteína, matéria mineral (MM) e oxidação lipídica (TBARS) de linguiças tipo frescal elaboradas com carne provenientes de coelhas da linhagem Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenados (4°C) por até 28 dias.....	49
Tabela 6. Médias ($\pm$ EPM) da interação dos valores de umidade e lipídio de linguiças tipo frescal elaboradas com carne provenientes de coelhas da linhagem Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenadas (4°C) por até 28 dias.....	50

Capítulo - 4

Tabela 1. Formulação do hambúrguer de coelho (%).....	62
Tabela 2. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*), intensidade de amarelo (b^*) de hambúrgueres elaborados	

com carne proveniente de coelhas Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenados (-18°C) por até 120 dias.....	65
Tabela 3. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de perda de peso por cocção (PPC), porcentagem de encolhimento (PE) e perda de peso por armazenamento (PPA) de hambúrgueres elaborados com carne proveniente de coelhas Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenados (-18°C) por até 120 dias.....	67
Tabela 4. Médias ($\pm$ EPM) da interação dos valores de pH e força de cisalhamento (FC) de hambúrgueres elaborados com carne proveniente de coelhas Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenados (-18°C) por até 120 dias.....	68
Tabela 5. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de proteína, matéria mineral (MM) e lipídio de hambúrgueres elaborados com carne proveniente de coelhas Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenados (-18°C) por até 120 dias.....	70
Tabela 6. Médias ($\pm$ EPM) da interação dos valores de umidade e oxidação lipídica (TBARS) de hambúrgueres elaborados com carne proveniente de coelhas Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenados (-18°C) por até 120 dias.....	71

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

Os principais países produtores da carne de coelho estão localizados na Ásia e na Europa (FAOSTAT, 2021), sendo comercializada, em sua maioria, na forma de carcaça inteira e em cortes, sem que haja grande variedade de produtos processados cunículas no mercado (Dalle Zotte, 2002; Petracci et al., 2018).

A produção de coelhos de corte a nível mundial está tendo um grande aumento nos últimos anos, principalmente na China que é o principal produtor (FAOSTAT, 2021), devido a uma série de mudanças, como a maior popularização da carne de coelho entre a população chinesa (Li et al., 2016), além dos processos de intensificação na produção que fazem com que o ciclo produtivo das matrizes seja menor, sendo descartadas por diversos motivos como a diminuição nos índices reprodutivos (Rosell, 2003; Marai et al., 2010).

O descarte e a posterior reposição das matrizes são operações de grande importância na produção, pois favorecem a produtividade do plantel e, posteriormente, a rentabilidade da granja (Blasco, 2006), pois conforme as fêmeas apresentam maior número de partos, os índices reprodutivos vão diminuindo (redução das taxas de fertilidade e aumento do intervalo entre partos) (Taghouti et al., 2021). Estudos indicam altas taxas de reposição de matrizes, podendo alcançar valores tão altos quanto 120% ou 150 % anualmente, fazendo com que o fluxo de matrizes nas granjas cunículas seja contínuo (Ramón & Rafel, 2002), sendo destinados esses coelhos que cumpriram o seu ciclo reprodutivo ao abate para o consumo humano (Castro Gutierrez & Martinez Castro, 2010).

Diversos estudos realizados em coelhos (Polak et al., 2006, Dalle Zotte et al., 1996; Gondret et al., 1998) e em outras espécies de interesse zootécnico como bovino, caprino, suíno e ovino, avaliaram o efeito da idade sobre a qualidade da carne, e demonstraram que conforme o animal envelhece, acontece uma série de alterações nas características físico-químicas da carne, observando-se carnes mais duras e mais avermelhadas em animais mais velhos, quando comparadas com a carne proveniente de animais mais jovens (Madruga et al., 1999; Della Malva et al., 2016; Budimir et al.,

2018; Song et al., 2020; Oliveira et al., 2021), sendo considerada muitas vezes como carne de qualidade inferior (Dias et al., 2006).

Uma das diversas formas de processamento, com o objetivo de poder conferir valor agregado a esse tipo de carne além de atenuar suas características mais marcantes é a elaboração dos produtos cárneos (Pelegrini et al., 2008), como linguiças e hambúrgueres, os quais figuram dentre os processados mais consumidos pela população, devido ao seu baixo custo e fácil preparação (Resosemito et al., 2021).

Ainda que existam alguns trabalhos avaliando o efeito da idade do coelho nas características físico-químicas da carne (Cavani et al., 2000; Gasperlin et al., 2006; De Souza et al., 2022), há escassos relatos na literatura científica sobre as propriedades físico-químicas e tecnológicas da carne de coelhos de descarte em final de vida produtiva, de forma a assegurar a comercialização de um produto com elevado padrão de qualidade, quer seja pela comercialização de peças inteiras e cortes nobres, quer seja pelo melhor aproveitamento desta carne quando destinada à elaboração de produtos processados, como linguiças, presuntos, empanados e hambúrgueres (Dalle Zotte, 2002).

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade físico-química e tecnológica da carne de coelhos em idade de descarte, e a qualidade físico-química das linguiças tipo frescal e hambúrgueres produzidos com o objetivo de oferecer ao consumidor mais uma opção comercial para este tipo de carne.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Produção de coelhos de corte

A produção mundial da carne de coelho em 2021 foi de 861.739 toneladas (FAOSTAT, 2021). Os principais países produtores de carne de coelho estão concentrados na Ásia (69,3% da produção mundial), sendo a China o principal país produtor na última década, produzindo um total de 462.680 toneladas, representando quase 53,7% da produção mundial de carne de coelho em 2021. Os outros países

produtores de carne de coelho se encontram em Europa (17,5%), África (11,4%) e finalmente América (1,8%) (FAOSTAT, 2021).

Entre os países do continente americano, o Brasil ocupa o quarto lugar entre os países de América do Sul que produzem carne de coelho, com uma produção de 1167 toneladas em 2021 (FAOSTAT, 2021).

O consumo da carne de coelho concentra-se principalmente nos países próximos ao mar mediterrâneo, por motivos históricos e culturais, pois o consumo da carne de coelho foi registrado há séculos nas civilizações da região do mediterrâneo. Entre os países europeus que apresentam grande consumo estão Portugal, Espanha, França, Bélgica e Itália, os quais precisam importar carne da China para poder cobrir a demanda nacional pois sua produção não é suficiente (Colin, 1992; EUROPEAN COMMISSION, 2015; Siddiqui et al., 2023).

2.2 Reposição de matrizes e reprodutores

O destino dos coelhos, ao final de seu ciclo produtivo, para serem abatidos em frigoríficos especializados é, hoje, uma realidade nas granjas cunícolas nacionais e internacionais, uma vez que a manutenção de animais improdutivos ou com baixos índices reprodutivos acarretam perdas econômicas para o cunicultor (Sánchez et al., 2004).

A taxa de reposição das matrizes e reprodutores é alta, sendo considerada uma das práticas de manejo mais importantes adotadas nas granjas cunícolas, isso porque os coelhos são animais extremamente precoces, os quais apresentam ciclo reprodutivo curto, com elevadas taxas de reposição anual, próximas a 120% (Ramón & Rafel, 2002).

São vários os motivos que levam o produtor a repor seus animais, como anestro permanente, reduzido número de filhotes nascidos vivos por ninhada, baixa libido e o fator idade após cumprir diversos ciclos reprodutivos (Moura, 2016). Além disso, o descarte dos animais em função da idade varia de acordo com o sistema de reprodução adotado, cuja classificação é realizada segundo o número de parições da matriz e o intervalo entre partos. Os principais sistemas de reprodução adotados no Brasil são:

- Extensivo: 25 a 30 láparos por ano (vida útil da matriz até 36 meses) – desmame aos 45 dias de idade juntamente com a cobertura (Klinger & Toledo, 2020).
- Semi-intensivo: 40 a 45 láparos por ano (vida útil da matriz até 24 meses) – desmame aos 30 dias de idade, com a matriz coberta no 10º dia pós-parto (Klinger & Toledo, 2020).
- Intensivo: 50 a 60 láparos por ano (vida útil da matriz até de 12 meses) – desmame aos 14 dias de idade, com a matriz coberta no 4º dia pós-parto (Klinger & Toledo, 2020).

Nos modelos de produção mais tecnificados, são adotados sistemas reprodutivos intensivos ou semi-intensivos, os quais exploram ao máximo o potencial produtivo da matriz em um curto intervalo de tempo, comprometendo a vida útil das fêmeas (Maertens & Okerman, 1988), de tal forma que 50% dessas matrizes são descartadas e abatidas logo em suas três primeiras parições (Rosell, 2003).

Tão logo substituídos por coelhos mais jovens, as matrizes e os reprodutores considerados improdutivos são descartados, sendo sacrificados de forma clandestina, vendidos como pets ou enviados para frigoríficos especializados no abate de coelhos (Castro Gutierrez & Martinez Castro, 2010).

2.3 Características da carne de coelho

Pode-se considerar a qualidade de carne como o conjunto de características relacionadas com a apresentação, inocuidade, valor nutritivo e composição do produto (Kumar et al., 2007). Dentre os principais parâmetros que, normalmente, determinam a qualidade da carne e que podem ser mensurados instrumentalmente estão a cor e a maciez, que são os principais fatores que influenciam na seleção e satisfação do consumidor (Fletcher, 2002; Weston et al., 2002).

Com relação a coloração, a carne de coelho apresenta uma cor rosada (Senchenko et al., 2018), devido a sua baixa concentração de mioglobina, quando comparada à carne de outras espécies pecuárias (Van Beers et al., 2018).

Nutricionalmente, a carne de coelho é considerada de alto valor nutritivo, devido a uma série de características, como alta concentração de proteína (aprox. 22%) e

baixa concentração de lipídios (aprox. 6,8%) e de colesterol (45-85 mg/100g de carne *in-natura*) (Polak et al., 2006; Cavani et al., 2009), além de apresentar alta concentração de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) (Alasnier & Gandemer, 1998), os quais são muito valorizados pelos consumidores atuais, pois o consumo dos AGPI em especial os ômega-3 trazem efeitos positivos para a saúde do consumidor, estando relacionado principalmente com a prevenção de problemas cardiovasculares e com diminuição do risco de desenvolvimento de doenças miodegenerativas (Gandemer, 1998; Calder & Yaqoob, 2009). Devido a isso, recomenda-se o consumo da carne de coelho para pacientes com problemas cardiovasculares (Lebas & Ouhayoun, 1993).

Com relação ao perfil de minerais, foi observado que a carne de coelho apresenta baixa concentração de sódio, característica positiva, uma vez que o consumo excessivo desse mineral pode ser prejudicial a pessoas com hipertensão (Parigi Bini et al., 1992; Dalle Zotte & Szendrő, 2011).

2.4 Influência da idade na qualidade da carne

A carne de animais mais velhos pode apresentar características físico-químicas diferentes quando comparada à carne de animais jovens, porque conforme a idade do animal aumenta, a estrutura muscular do animal vai se modificando (Alvarenga et al., 2021; Naqvi et al., 2021). Começando pela coloração da carne, podendo ser avermelhada conforme aumenta a idade do animal, consequência da diminuição de eficiência troca gasosa (O_2 - CO_2), ocasionando que o corpo do animal precise aumentar as concentrações de mioglobina no músculo, produzindo assim uma carne mais avermelhada. A carne de animais mais velhos apresenta também uma maior opacidade em comparação com carne de animais jovens, devido a uma diminuição nos percentuais de umidade conforme aumenta a idade do animal (Ouhayoun & Dalle Zotte, 1993; Hernández et al., 2004; Ramos & Gomide, 2017; Abhijith et al., 2021).

A maciez é uma das características da carne mais importantes para o consumidor (Destefanis et al., 2008), sendo influenciada pela idade do animal em algumas espécies (como aves e caprinos). A carne proveniente de animais mais velhos apresentam menor maciez quando comparadas com a carne de animais jovens (Madruga et al., 2002; Komiyama et al., 2010), devido a uma série de mudanças

estruturais no músculo, como o aumento da porcentagem de colágeno insolúvel e a diminuição das porcentagens de colágeno solúvel (Shimokomaki et al., 1972; Light et al., 1985; Abhijith et al., 2021).

Dentre outras características, é observado que a carne proveniente de animais mais velhos que apresentam maiores valores na capacidade de retenção de água (CRA) (Hernández et al., 2004), e em algumas espécies, é observada a diminuição nos valores da perda de peso por cocção (PPC) com o decorrer da idade, podendo apresentar características ideais para o processamento (Hoa et al., 2020).

Há registros que a carne de animais abatidos ao final de sua vida produtiva, possui, maior concentração de proteína e de lipídio (Cavani et al., 2000; Hernández et al., 2004) e menor concentração de ácidos graxos poli-insaturados, resultando assim, em menor taxa de oxidação lipídica (Madruga et al., 2002; Mello et al., 2017), pois com o avanço da idade dos animais, os níveis de ácidos graxos saturados tendem a aumentar e de poli-insaturados diminuir (Nürnberg et al., 1998; Budimir et al., 2018), o que pode ser benéfico à preservação da qualidade do produto final.

De forma geral, as mudanças mencionadas podem fazer com que a carne proveniente de animais abatidos em idade de descarte em diversas espécies seja considerada de menor qualidade quando comparada com a carne de animais jovens e, conseqüentemente, comercializada com menor valor de mercado (Mora et al., 2014; Song et al., 2020), gerando prejuízo econômico, sendo recomendado algum tipo de processamento a esse tipo de carne para agregar valor ao produto, além de potencializar as características positivas desse tipo de carne (Madruga et al., 1999), além de atenuar as que possam afetar negativamente a percepção do consumidor (Silveira e Andrade, 1991; Mora et al., 2014).

2.5 Produtos cárneos de animais de descarte

A humanidade no intuito de poder prolongar a vida útil das carnes desenvolveu métodos para a preservação, como a salga e o congelamento, sendo um desses métodos a elaboração dos produtos cárneos (Milani et al., 2003; Da Silva et al., 2013).

Os produtos cárneos são obtidos a partir de diversos processos (físico ou químicos), em que acontecem mudanças sensoriais sem alterar suas características nutricionais (Romanelli et al., 2002; Madruga et al., 2007). A popularidade dos

produtos cárneos é por causa da facilidade de preparo e diversidade que possam abranger grande parte da população (Sáez et al., 2009).

A linguiça e o hambúrguer representam excelentes opções para o aproveitamento da carne de coelhos em idade de descarte, pois estes figuram entre os produtos processados de maior aceitação dentre a população, principalmente pelo seu custo reduzido, fácil preparação e fácil acessibilidade (Arisseto & Pollonio, 2005; Resosemito et al., 2021).

Diversos trabalhos de produtos processados realizados com a carne de animais velhos demonstram que após os processos de transformação, eles são bem aceitos pelo consumidor (Beserra et al., 2003; Dos Santos Júnior et al., 2009; Pelegrini et al., 2008). Podendo inclusive, até ter um alto grau de aceitação que os animais jovens como no estudo descrito por Lima (2009), reforçando o potencial da introdução deste tipo de produto no mercado.

2.5.1 Linguiça

A linguiça é definida como um produto industrializado, que é formado por diversos ingredientes, entre eles a carne picada de animal e tecidos adiposos, além de condimentos, sendo a massa resultante embutida em envoltório de natureza animal ou sintética, os quais dependendo da natureza da linguiça vão passar por vários processos tecnológicos. As linguiças podem ser classificadas segundo o processo de fabricação como: tipo frescal, secas, cozidas e defumadas (Brasil, 2000).

A linguiça tipo frescal é o tipo de linguiça mais produzida no Brasil, com grande aceitação pela população. Durante os últimos anos, observou-se o aumento no consumo da linguiça em comparação com outras fontes de proteína de origem animal (Oliveira et al., 2005; Pereira et al., 2009), por sua versatilidade, fácil acesso, alta qualidade e pelo seu baixo custo (Correia et al., 2014).

No entanto, por não passar por processos tecnológicos prévios que favoreçam seu armazenamento prolongado (dessecamento ou salga), as linguiças frescas apresentam menor prazo de validade quando comparadas com outras variedades de linguiça (até 30 dias de armazenamento sob refrigeração) (Almeida, 2005), sob condições de higiene. Esse tempo limite de armazenamento, vem influenciado pelos processos de oxidação lipídica, que promovem o aparecimento de características

rançosas do produto (cheiro e sabor rançoso), afetando negativamente a aceitação do produto por parte do consumidor (Georgantelis et al., 2007).

Para que possam ser comercializadas, devem estar dentro os padrões estabelecidos na legislação vigente (Brasil, 2000), sendo a composição química um desses critérios que devem ser cumpridos, os limites estabelecidos com relação à composição química vão variar dependendo do tipo de linguiça (linguiça frescal, cozidas e dessecadas), no caso das linguiças tipo frescal, os limites estabelecidos são os seguintes:

- Umidade - máximo 70%
- Gordura –máximo 30%
- Proteína – mínimo 12%

2.5.2 Hambúrguer

O hambúrguer é definido como um produto industrializado, que apresenta carne moída acompanhada de gordura e condimentos, sendo moldado em forma de disco ou oval, e submetido a processos tecnológicos (cru, cozido, congelado ou refrigerado) (Brasil, 2022).

Existem diversas formas de conservação dos hambúrgueres, sendo uma delas o congelamento, o qual favorece a prolongação da vida útil do produto, sendo 120 dias o tempo máximo recomendado para a utilização de hambúrguer conservado sob congelamento (USDA, 2011).

Da mesma forma que a linguiça, o consumo do hambúrguer está em constante aumento na população brasileira (Pereira et al., 2009), devido às mudanças no estilo de vida da população, que de forma geral tem menos tempo para cozinhar, e opta por produtos industrializados, prontos para consumo e de fácil preparo (Fattori et al., 2005).

Para serem comercializados, os hambúrgueres devem cumprir com os padrões estabelecidos na legislação vigente (Brasil, 2022), sendo a composição química, um dos mais importantes do de vista nutricional, os limites de composição química para os hambúrgueres são os seguintes:

- Gordura - máximo 25%

- Carboidratos totais – máximo 3%
- Proteína – mínimo 15%

3. Referências

Abhijith A, Warner RD, Ha M, Dunshea FR, Leury BJ, Zhang M, Joy A, Osei-Amponsah R, Chauhan SS (2021) Effect of slaughter age and post-mortem days on meat quality of longissimus and semimembranosus muscles of Boer goats. **Meat Science** 175:108466. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108466>

Alasnier C, Gandemer G (1998) Fatty acid and aldehyde composition of individual phospholipid classes of rabbit skeletal muscles is related to the metabolic type of the fibre. **Meat Science** 48:225-235. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(97\)00096-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00096-X)

Almeida CO (2005) **Avaliação físico-química e microbiológica de linguiça toscana porcionada e armazenada em diferentes embalagens, sob condições de estocagem similares às praticadas em Supermercado**. 147f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - UNICAMP, Campinas.

Alvarenga TI, Palendeng M, Thennadil S, McGilchrist P, Cafe LM, Almeida AK, Hopkins DL (2021) Is meat from cull cows tougher?. **Meat Science**, 177:108498. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108498>

Arisseto AP, Pollonio MAR (2005) Avaliação da estabilidade oxidativa do hambúrguer tipo calabresa, formulado com reduzidos teores de nitrito e diferentes percentagens de gordura, durante armazenamento congelado. **Higiene alimentar** 72-80. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(97\)00096-X](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00096-X)

Beserra FJ, Melo LRR, Rodrigues MDCP, Silva EMCD, Nassu RT (2003) Development and physico-chemical and sensory characterization of a ham-like cooked product of goat meat. **Ciência Rural** 33:1141-1147. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782003000600022>

Blasco EÁG. (2006). Producción industrial de gazapos: algunos puntos críticos. **Boletín de cunicultura lagomorpha** 145:12-23.

Brasil. Ministério da pecuária e abastecimento – MAPA (2000) Instrução Normativa nº 4, de 31/03/2000. Regulamentos Técnicos de Identidade e qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, e de Linguiça e de Salsicha. **Diário Oficial da União**, Brasília, p.6-10.

Brasil. Ministério da pecuária e abastecimento – MAPA (2022) PORTARIA SDA Nº 724, de 23 de dezembro de 2022. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do hambúrguer. **Diário Oficial da União**, Brasília, p.1-3.

Budimir K, Trombetta MF, Francioni M, Toderi M, D'Ottavio P (2018) Slaughter performance and carcass and meat quality of Bergamasca light lambs according to slaughter age. **Small Ruminant Research** 164:1–7. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.0>

Castro Gutierrez KM, Martinez Castro CP (2010) **Costo de producción en la crianza, desarrollo y engorde del conejo en las empresas: fundación maría cavalleri, finca la granja y universidad católica del trópico seco de los departamentos de matagalpa y estelí durante el I semestre del año 2009**. 115f. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.

Cavani C, Bianchi M, Lazzaroni C, Luzi F, Minelli G, Petracci M (2000) Influence of type of rearing, slaughter age and sex on fattening rabbit: II. Meat quality. **World Rabbit Science** 8:567-572.

Cavani C, Petracci M, Trocino A, Xiccato G (2009) Advances in research on poultry and rabbit meat quality. **Italian Journal of Animal Science** 8:741-750. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s2.741>

Calder PC, Yaqoob P (2009) Omega-3 polyunsaturated fatty acids and human health outcomes. **Biofactors** 35:266-272. <https://doi.org/10.1002/biof.42>

Colin M (1992) La conigliocoltura nei paese dela CEE. **Rivista di conigliocoltura** 29(12):13-22.

Correia LMM, Pereira JG, Pinto JPDAN, Barcellos VC, Bersot LDS (2014) Behavior of *Staphylococcus aureus* and autochthone microbiota in fresh sausages added of sodium nitrite and stored under refrigeration. **Ciência Rural** 44:1880-1885. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131142>

Da Silva DP, da Silva TS, da Silva ADP, Junior AFC, Scheidt GN (2013) Análise físico-química e sensorial de linguiça frescal mista de carne suína e caprina. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** 8:39.

Dalle Zotte A, Ouhayoun J, Bini RP, Xiccato G (1996) Effect of age, diet and sex on muscle energy metabolism and on related physicochemical traits in the rabbit. **Meat Science** 43:15-24.

Dalle Zotte A (2002) Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. **Livestock production science** 75:11-32. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00308-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00308-6)

Dalle Zotte A, Szendrő Z (2011) The role of rabbit meat as functional food. **Meat Science** 88:319–331. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.02.017>

De Souza DO, Gomez AVC, Gonzaga IVF, Silva VP (2022) Efeito da idade de abateno desempenho da carcaça e qualidade da carne de coelhos. **Brazilian Journal od Development** 8:56810-56825.

Della Malva A, Albenzio M, Annicchiarico G, Caroprese M, Muscio A, Santillo A, Marino R (2016) Relationship between slaughtering age, nutritional and organoleptic properties of Altamura lamb meat. **Small Ruminant Research** 135:39-45. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.12.020>

Destefanis G, Brugiapaglia A, Barge MT, Dal Molin E (2008) Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner–Bratzler shear force. **Meat science** 78:153-156. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.05.031>

Dias RP, Duarte TF, Garuti D, Zapata JFF, Madruga MS, Vasconcelos PM, Correia L., Mesquita Z (2006) Características físicas e físico-químicas da carne de cabras de descarte da raça Moxotó. In: semana da caprinocultura e da ovinocultura brasileiras, 5., 2006, Campo Grande, MS. **Palestras e resumos**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/36648/1/AAC-Caracteristicas-fisicas.pdf>

Dos Santos Júnior LCO, Rizzatti R, Brungera A, Schiavini TJ, de Campos EFM, Neto JFS, Rodrigues B, Dickel EL, dos Santos LR (2009) Desenvolvimento de hambúrguer de carne de ovinos de descarte enriquecido com farinha de aveia. **Ciência Animal Brasileira/Brazilian Animal Science** 10:1128-1134.

EUROPEAN COMMISSION (2015) **Report from the Commission to the European Parliament and the Council regarding the mandatory indication of the country of origin or place of provenance for milk, milk used as an ingredient in dairy products and types of meat other than beef, swine, sheep, goat and poultry meat**. 2015. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52015DC0205>>, Acesso em: 12 set. 2022.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION CORPORATE. (2021) **FAOSTAT value of agricultural production**. Disponível em:<<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>>. Acesso em: 12 de janeiro de 2023.

Fattori FFDA, Souza LCD, et al. (2005) Aspectos sanitários em trailers de lanche no município de Presidente Prudente, SP. **Higiene alimentar** 54-62.

Fletcher DL (2002) Poultry meat quality. **World's Poultry Science Journal** 58:131-145. <https://doi.org/10.1079/WPS20020013>

Gandemer G (1998) Lipids and meat quality, lipolysis, oxidation and flavour. **Proceedings of the 44th International Congress of Meat Science and Technology**, Barcelona:Spain, 106–119.

Gasperlin L, Polak T, Rajar, A, Skvarèa, M, Zlender B (2006) Effect of genotype, age at slaughter and sex on chemical composition and sensory profile of rabbit meat. **World rabbit science** 14. <http://hdl.handle.net/10251/9592>

Georgantelis D, Ambrosiadis I, Katikou P, Blekas G, Georgakis SA (2007) Effect of rosemary extract, chitosan and α -tocopherol on microbiological parameters and lipid oxidation of fresh pork sausages stored at 4 C. **Meat Science** 76:172-181. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.10.026>

Gondret F, Juin H, Mourot J, Bonneau M (1998) Effect of age at slaughter on chemical traits and sensory quality of Longissimus lumborum muscle in the rabbit. **Meat Science** 48:181–187. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(97\)00088-0](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(97)00088-0)

Hernández P, Aliaga S, Pla M, Blasco A (2004) The effect of selection for growth rate and slaughter age on carcass composition and meat quality traits in rabbits. **Journal of Animal Science** 82:3138-3143. <https://doi.org/10.2527/2004.82113138x>

Hoa VB, Cho SH, Seong PN, Kang SM, Kim YS, Moon SS, Choi YM, Kim JH, Seol K. H (2020) Quality characteristics, fatty acid profiles, flavor compounds and eating quality of cull sow meat in comparison with commercial pork. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences** 33:640. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0262>

Klinger ACK, de Toledo GSP (2020) **Cunicultura: didática e prática na criação de coelhos**. Maringá: Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciencia-Editora UFSM, 128p.

Komiyama CM, Mendes AA, et al. (2010) Qualidade físico-química e sensorial da carne de peito de matrizes pesadas de descarte. **Ciência Rural** 40:1623-1629. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000700022>

Kumar RR, Sharma BD, Kumar M, Chidanandaiah A, Biswas, K (2007) Storage quality and shelf life of vacuum-packaged extended chicken patties. **Journal of Muscle Foods** 18:253-263. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.2007.00080.x>

Lebas F, Ouhayoun J (1993) Influencia de la alimentación sobre la calidad de la carne de conejo: características organolépticas y presentación de La canal. **Boletín de cunicultura** 70:16-21.

Li S, He Z, Li H (2016) The current situation and developing prospects of packaging of Chinese rabbit meat product. In **Proceedings of the 11th World Rabbit Congress**, Qingdao:China, 969–972.

Light N, Champion AE, Voyle C, Bailey AJ (1985) The role of epimysial, perimysial and endomysial collagen in determining texture in six bovine muscles. **Meat science** 13:137-149. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(85\)90054-3](https://doi.org/10.1016/0309-1740(85)90054-3)

Lima IA (2009) **Elaboração e caracterização de salame de cordeiro Santa Inês**. 77 f. (Dissertação - Mestrado em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração Engenharia de Processos de Alimentos) – UESB, Itapetinga.

Madruga MS, Arruda SGB, Araújo EM, Andrade LT, Nascimento JC, Costa RG (1999) Efeito da idade de abate no valor nutritivo e sensorial da carne caprina de animais mestiços. **Food Science and Technology** 19:374-379. <https://doi.org/10.1590/S0101-20611999000300014>

Madruga MS, Narain N, Arruda SGBD, Souza JG, Costa RG, Beserra FJ (2002) Castration and slaughter age effects on physical-chemical, sensorial and aromatic quality of goat meat. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 31:1562-1570. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000600028>

Madruga MS, Sousa WH, Mendes EMS, Brito EA (2007) Carnes caprina e ovina: processamento e fabricação de produtos derivados. **Tecnologia e Ciências Agropecuárias**, 1:61-67.

Maertens L, Okerman F (1988) El ritmo de reproducción intensivo en cunicultura. **Cunicultura** 13:169-176.

Marai IF, Askar AA, McKroskey RA, Tena E (2010) Replacement in rabbit herds. **Tropical and Subtropical Agroecosystems** 12:431-444.

Mello JLM, Souza RA, Ferrari FB, Giampietro-Ganeco A, Souza PA, Borba H (2017) Effects of aging on characteristics of breast meat from free-range broiler hens at 12 or 70 weeks of age. **Animal Production Science**, 58:1726-1734. <https://doi.org/10.1071/AN16523>

Milani LIG, Fries LLM, Paz PB, Bellé M, Terra NN (2003) Bioproteção de linguiça de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 23:161-166.

Mora NHAP, de Macedo FDAF, Dias-Senegalhe FB, Radis AC, Feihrmann AC, Possamai APS, Oliveira DP, Torres MG, de Macedo TG (2014) Análise químico-físico e sensorial de hambúrgueres formulados com carne de ovelhas de descarte. **PUBVET** 8:2030-2172.

MOURA BB (2016) Produção de coelhos. Seropédica: EMATER-RJ. 20p.

Naqvi ZB, Thomson PC, Ha M, Campbell MA, McGill DM, Friend MA, Warner RD (2021) Effect of sous vide cooking and ageing on tenderness and water-holding capacity of low-value beef muscles from young and older animals. **Meat Science** 175:108435. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108435>

Nürnberg K, Wegner J, Ender K (1998) Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. **Livestock Production Science** 56:145-156. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(98\)00188-2](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(98)00188-2)

Oliveira MIV, Costa GF, et al. (2021) Physico Chemical Properties of Fresh Sausage Formulated with Different Proportions of Commercial Meat Pork and Cull Sow. **Research & Reviews. Journal of Food Science & Technology** 11:37-46.

Oliveira MJD, Araújo W, Borgo LA (2005) Quantificação de nitrato e nitrito em linguiças do tipo frescal. **Food Science and Technology** 25:736-742. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000400018>

Ouhayoun J, Dalle Zotte A (1993) Muscular energy metabolism and related traits in rabbit. A review. **World Rabbit Science** 1 <https://doi.org/10.4995/wrs.1993.201>

Parigi Bini R, Xiccato G, Cinetto M, Dalle Zotte A (1992) Effetto dell'età, del peso di macellazione e del sesso sulla qualità della carcassa e della carne cunícula. **Zootecnica e Nutrizione Animale** 18:173–190.

Pelegriani LFV, Pires CC, Terra NN, Campagnol PCB, Galvani DB, Chequim RM (2008) Elaboration of fermented sausage type salami using meat from culling ewe. **Food Science and Technology** 28:150-153.

Pereira RA, Andrade RGD, Sichieri R (2009) Mudanças no consumo alimentar de mulheres do Município do Rio de Janeiro, Brasil, 1995-2005. **Cadernos de Saúde Pública**, 25, 2419-2432.

Petracci M. Soglia F. Leroy F (2018) Carne de coelho precisa de um hat-trick: da tradição à inovação (e vice-versa). **Meat Science** 146:93-100. <https://doi.org/10.1016/j.me-atsci.2018.08.003>

Polak T, Gašperlin L, Rajar A, Žlender B (2006) Influence of genotype lines, age at slaughter and sexes on the composition of rabbit meat. **Food Technology and Biotechnology** 44: 65-73.

Ramos EM, Gomide LAM (2017) **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: Editora UFV, 473p.

Ramón J, Rafel O (2002) 2000. Diez años de gestión global en España. **Expoaviga** 113-117.

Resosemito FS, Moraes JCQ, Queiroz TLS, Da Silva Ferreira FDC, Belfort CFT, Lopes HES, Sousa AEC, Kasantaroeno KGA (2021) Formulação, preparação, e avaliação sensorial de hambúrguer da carne de caprinos de descarte com diferentes teores da gordura. **Brazilian Journal of Development** 7:4790-4797. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-325>

Romanelli PF, Caseri R, Lopes Filho JF (2002) Processamento da carne do jacaré do pantanal (*Caiman crocodilus yacare*). **Food Science and Technology** 22:70-75. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612002000100013>

Rosell JM (2003) Health status of commercial rabbitries in the Iberian Peninsula. A practitioner's study. **World Rabbit Science** 11:157-169. <https://doi.org/10.4995/wrs.2003.505>

Sáez A, Aponte B, Castellano S (2009) Preferencias del consumidor de embutidos en el municipio maracaibo del Estado Zulia, Venezuela. **Agroalimentaria** 15:55-67.

Sánchez JP, Baselga M, Peiró R, Silvestre MA (2004) Analysis of factors influencing longevity of rabbit does. **Livestock Production Science**, 90:227-234. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.06.002>

Senchenko MA, Pivovarova EA, Agapov GO, Petrović MP, Caro Petrović V, Ružić-Muslić D, Maksimović N (2018) The efficiency of the production of rabbit meat with the help of modern technology in the personal subsidiary farm. **Biotechnology in Animal Husbandry** 34:259-267. <https://doi.org/10.2298/bah1802259S>

Shimokomaki M, Elsdon DF, Bailey AJ (1972) Meat tenderness: age related changes in bovine intramuscular collagen. **Journal of Food Science**, 37:892-896. <https://doi.org/j.1365-2621.1972.tb03696.x>

Silveira ETF, Andrade J (1991) **Technological aspects of processing and quality of fermented sausages**, Campinas: FEA / UNICAMP.

Siddiqui SA, Gerini F, Ikram A, Saeed F, Feng X, Chen Y (2023) Rabbit meat—production, consumption and consumers' attitudes and behavior. **Sustainability** 15:2008.

Song DH, Hwang YJ, Ham YK, Ha JH, Kim YR, Kim HW (2020) Meat quality attributes and oxidation stability of loin chops from finishing gilts and cull sows. **Journal of food science and technology** 57:3142-3150. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04348-y>

Taghouti M, García J, Ibáñez MA, Macchiavelli RE, Nicodemus N (2021) Relationship between Body Chemical Composition and Reproductive Traits in Rabbit Does. **Animals** 11(8):2299. <https://doi.org/10.3390/ani11082299>

USDA (2011) **Food Safety for Hambúrguers and Tailgating** <https://www.usda.gov/media/blog/2011/09/09/food-safety-hambúrguers-and-tailgating#:~:text=If%20refrigerated%2C%20keep%20at%2040,if%20used%20within%204%20months>. Acesso 10 de maio do 2023.

Van Beers R, Kokawa M, Aernouts B, Watté R, De Smet S, Saeys W (2018) Evolution of the bulk optical properties of bovine muscles during wet aging. **Meat science** 136:50-58. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.10.010>

Weston AR, Rogers RW, Althen TG (2002) The role of collagen in meat tenderness. **The Professional Animal Scientist** 18:107-111. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31497-2](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31497-2)

CAPÍTULO 2 - Efeito do sexo e idade sobre as características físico-químicas e tecnológicas no músculo *Longissimus thoracis et lumborum* em coelhos da linhagem Botucatu¹

RESUMO: Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do sexo e da idade sobre as características físico-químicas e tecnológicas no músculo *Longissimus thoracis et lumborum* em coelhos da linhagem Botucatu. Foram utilizadas 10 carcaças de cada grupo experimental (fêmeas e machos de 3 e 12 meses de idade). Foi avaliado a cor (L^* , a^* e b^*), pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC), força de cisalhamento (FC), porcentagem de colágeno (total, insolúvel e solúvel), índice de fragmentação miofibrilar (IFM), comprimento de sarcômero (CS), concentrações de colesterol, oxidação lipídica e composição química. Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2, composto por coelhas de duas idades (3 e 12 meses) vs 2 sexos (fêmeas e machos), com 10 repetições cada tratamento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ($P < 0,05$). O fator sexo influenciou ($P < 0,05$) a composição química da carne, em que fêmeas jovens apresentaram carne com maior ($P < 0,05$) concentração de lipídios e colesterol em comparação à carne dos machos da mesma idade, no entanto, resultados opostos foram obtidos quando avaliada a carne de coelhos aos 12 meses de idade. Com relação ao fator idade, coelhos mais velhos apresentaram carne com maiores ($P < 0,05$) intensidades de vermelho e amarelo, além de apresentar maior ($P < 0,05$) comprimento de sarcômero. Com relação à composição química, a carne dos coelhos de 12 meses de idade apresentou maiores ($P < 0,05$) percentuais de proteína e menores ($P < 0,05$) porcentagens de colágeno solúvel e matéria mineral quando comparada à carne de coelhos jovens. A idade influencia as características físico-químicas da carne de coelhos, sendo a carne dos coelhos de 12 meses eram mais opacas, e avermelhadas, além de apresentarem maiores percentuais de proteína e colágeno insolúvel e menores percentuais de umidade e colágeno solúvel em comparação com a carne de coelhos jovens. Além disso, tem que se ressaltar a influência do sexo especialmente na composição química da carne nos coelhos..

PALAVRAS CHAVE: cunicultura de corte, lombo, *Oryctolagus cuniculus*, qualidade de carne

¹ Este capítulo corresponde ao artigo científico submetido à revista *Meat Science* e encontra-se em avaliação para publicação

Introdução

A cunicultura de corte está em crescente expansão nos últimos anos em diversos países, alcançando uma produção mundial de 861.739,35 toneladas de carne em 2021 (FAOSTAT, 2021). Entre as principais vantagens da produção cunícola de coelhos de corte, estão as características próprias da espécie, como as características produtivas (rápido crescimento e rusticidade) (Haryati et al., 2021), reprodutivas (precocidade e prolificidade) (Abubakar et al., 2015), associadas à utilização dos sistemas de criação intensivos, os quais otimizam a produção de láparos e reduzem o intervalo entre partos, desmamando os láparos em menor tempo, com maior número de láparos por ano (Olivares Pineda et al., 2009).

No entanto, nesses sistemas de criação intensivos, o tempo de vida produtiva dessas fêmeas é cada vez menor devido a sua maior utilização no plantel em menor tempo possível, ocasionando em taxas de reposição de fêmeas e machos reprodutores que finalizaram seu ciclo produtivo sejam altas, podendo-se observar taxas de reposição de até 120 % (Ramón & Rafel, 2002), destinando-se a maior parte desses coelhos para o abate junto com os coelhos jovens ou as vezes sendo vendidas como pet (Castro-Gutierrez & Martinez-Castro, 2010).

O que representa um problema, pois foi observado na literatura que, em diversas espécies, a idade de abate do animal pode influenciar as características físico-químicas e tecnológicas da carne. sendo que a carne de animais mais velhos pode apresentar características indesejáveis para o consumidor, como menor maciez ou uma carne mais avermelhada (Madruga et al., 2002).

Ainda que tenham sido realizados alguns trabalhos avaliando o efeito da idade na qualidade de carne de coelho (Cavani et al., 2000; Gasperlin et al., 2006; De Souza et al., 2022), existem poucas informações sobre a qualidade da carne de coelhos reprodutores.

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do sexo e da idade sobre as características físico-químicas e tecnológicas no músculo *Longissimus thoracis et lumborum* em coelhos reprodutores da linhagem Botucatu.

Material e métodos

Localização do experimento

O trabalho foi realizado no Setor de Cunicultura e no Laboratório de Análise de Alimentos de Origem Animal (LaOra) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus Jaboticabal, São Paulo, Brasil (21°08'S, 48°11'W, 583 m altitude), com aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) desta Instituição (protocolo nº 5431/20).

Coleta de amostras e procedimento experimental

Foram utilizados coelhos da linhagem Botucatu os quais foram continuamente acasalados e selecionados para descarte aos 12 meses de idade, quando então foram abatidos juntamente com a geração F1 (aos 3 meses de idade).

Foram utilizados para o experimento 40 coelhos da linhagem Botucatu, da mesma procedência e que passaram pelas mesmas condições de manejo, distribuídos em 4 grupos experimentais (T1: coelhas jovens com 3 meses de idade; T2: coelhas com 12 meses com idade; T3: coelhos jovens com 3 meses de idade e T4: coelhos com 12 meses de idade). Cada tratamento foi composto por 10 repetições, sendo a unidade experimental o próprio coelho, os quais foram abatidos em abatedouro comercial de coelhos inspecionado pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF).

Após o abate, as carcaças permaneceram em câmara fria (4°C) por 24 horas e posteriormente passaram por um túnel de congelamento (-18°C). Em seguida foram transportadas em caminhão com controle de temperatura (-18°C) até o Laboratório de Análise de Alimentos de Origem Animal (LaOra), no Departamento de Biotecnologia Agropecuária e Ambiental da FCAV/UNESP, Câmpus Jaboticabal, para que fossem realizadas as análises físicas e químicas da qualidade da carne.

Após a desossa, amostras do *Longissimus thoracis et lumborum* foram pesadas, separadas individualmente, embaladas à vácuo e congeladas a fim de

conservar suas estruturas celulares, para oportunamente serem realizadas as seguintes análises a seguir:

Análises Físico-químicas

Cor

Foi determinada em triplicata com o uso do colorímetro Minolta Chrome Meter modelo CR-400, que utiliza o sistema CIELAB (CIE, 1976). Foram avaliadas luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e de amarelo (b^*) das superfícies externa e interna do músculo *Longissimus thoracis et lumborum*.

pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC)

O pH foi determinado em duplicata, utilizando-se peagâmetro digital da marca Testo modelo 205, por meio da inserção direta do eletrodo na parte cranial do músculo *Longissimus thoracis et lumborum*.

A capacidade de retenção de água (CRA) foi determinada através da metodologia descrita por Hamm (1961). Foram utilizados 2 g de amostra do músculo *Longissimus thoracis et lumborum*, colocados entre dois papéis-filtro em placas de acrílico, os quais foram submetidos à pressão exercida por um peso de 10 kg durante cinco minutos. Posteriormente, as amostras foram novamente pesadas para determinação da CRA, expressa em porcentagem, de acordo com o cálculo:

$$\text{CRA (\%)} = (\text{Peso final} \times 100) / \text{Peso inicial}.$$

A perda de peso por cocção (PPC) foi determinada utilizando-se a metodologia descrita por Honikel (1987). Amostras de tamanho e peso aproximados foram pesadas, embaladas e colocada em banho-maria a 85°C por 45 minutos. Após o resfriamento em temperatura ambiente, foram novamente pesadas para determinação da PPC, expressa em porcentagem, de acordo com o cálculo:

$$\text{PPC (\%)} = (\text{Peso inicial} - \text{Peso final}) \times 100 / \text{Peso inicial}.$$

Para determinação da força de cisalhamento (FC) foram utilizadas amostras cozidas provenientes da análise de PPC. Após o resfriamento em temperatura ambiente, as amostras foram cortadas em secções com área de, aproximadamente, 1 cm^2 , as quais foram colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular ao do dispositivo Warner-Bratzler, acoplado ao texturômetro Texture Analyser TA- XT2i, e submetidas ao corte em triplicata, o qual expressa a força necessária para cisalhar as amostras em Kgf, de acordo com o método de Lyon et al. (1998).

Porcentagem de colágeno total, insolúvel e solúvel

Foram quantificadas pela dosagem do aminoácido hidroxiprolina, de acordo com a metodologia proposta por Woessner Jr (1961) e Cross et al. (1973), adaptada por Hadlich et al. (2006) e, posteriormente, por Carvalho et al. (2021).

Índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e comprimento de sarcômero (CS)

O índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi determinado pela metodologia proposta por Culler et al. (1978) e complementada com o uso da técnica de biureto (Gornall et al., 1949), utilizada para determinar a concentração de proteínas na suspensão de miofibrilas, por meio da fórmula $\text{IFM} = \text{densidade óptica} \times 200$.

O comprimento de sarcômero foi determinado conforme metodologia descrita por Cross et al. (1981). De cada amostra bruta, 0,5 g de sub amostras foram obtidas e colocadas em tubo falcon de 50 mL, no qual 15 mL de 1,328% de iodeto de potássio e 15 mL de 0,596% de cloreto de potássio foram adicionados. Posteriormente, as amostras foram homogeneizadas em ultra-turrax (Marconi MA102, Marconi Equipamentos Para Laboratórios Ltda., Piracicaba, São Paulo, Brasil) 15.000 rpm por 30 s. As lâminas foram preparadas com uma gota de homogenato imediatamente antes da leitura. As leituras foram realizadas com microscópio óptico (Novel BM2100, Nanjing Jlangnan Novel Optics., Ltd., China, República Popular) com contraste de fases e ampliação de $1000\times$ (objetiva de $100\times$, ocular de $10\times$). O comprimento do sarcômero foi expresso em μm .

Composição química

Foi determinada através das análises de percentual de umidade (método 950.46), proteína (método 977.14) e cinzas (método 920.153), conforme procedimentos preconizados pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2011), e da concentração de lipídios totais (Bligh & Dyer, 1959).

Concentrações de colesterol total e oxidação lipídica

As concentrações de colesterol total foram quantificadas por meio da técnica a frio proposta por Folch et al. (1957), adaptada por Saldanha et al. (2004) e, posteriormente, por Oliveira et al. (2021).

Foram pesados 0,5 g de amostra liofilizada em tubo falcon de 50 mL, onde foram adicionados 6 mL de etanol e 4 mL de KOH 50%. Os tubos foram mantidos em banho-maria com agitação a 40°C até que as amostras estivessem completamente dissolvidas, quando foram, então, mantidas a 60°C por mais 10 min. Dez mililitros de N-hexano foram adicionados e parte da solução removida para proceder com a separação das fases. Esta etapa foi repetida três vezes.

Alíquotas de 3 ml foram pipetadas da fase superior para tubos de ensaio, quando foram secas com o auxílio do gás de nitrogênio. Após a secagem, 0,5 mL de álcool isopropílico foi adicionado em cada tubo. Os tubos foram agitados em vórtex e 3 mL de reagente enzimático (Colesterol Liquiform - 76-2/100, LabTest) foram adicionados. Em seguida, a solução foi mantida em banho-maria a 37°C por mais 10 min. Após esse período, foi realizada a leitura das amostras em espectrofotômetro (Shimadzu UV-1800, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão) com λ igual a 500 nm, para determinação da concentração de colesterol nas amostras

A oxidação lipídica foi determinada pelo teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), segundo a metodologia descrita por Vyncke (1970). Foram utilizados para extração com ácido tricloroacético, 5 gramas de amostra moídas e, após a reação de coloração, sob aquecimento com ácido tiobarbitúrico, leitura no

comprimento de onda 532 nm, com o resultado expresso em mg de malonaldeído/kg de amostra.

Análise estatística

Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2, composto por coelhas de duas idades (3 e 12 meses) vs 2 sexos (fêmeas e machos), com 10 repetições cada tratamento. Os dados foram analisados Proc GLM do Statistical Analysis System (SAS, 2002). Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste Tukey com significância definida em $P < 0,05$.

Resultados e discussão

Não houve interação ($P > 0,05$) entre sexo e idade na luminosidade (L^*), intensidade de amarelo (a^*) e intensidade de amarelo (b^*) da superfície interna e externa do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses de idade (Tabela 1).

Tabela 1. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*), intensidade de amarelo (b^*) da superfície externa e interna do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses.

	SUPERFICIE EXTERNA			SUPERFICIE INTERNA		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
<i>Sexo do animal (S)</i>						
Fêmea	53,36 $\pm$ 0,70	5,97 $\pm$ 0,44	1,80 $\pm$ 0,38	54,44 $\pm$ 0,77	4,41 $\pm$ 0,49	0,23 $\pm$ 0,24
Macho	53,33 $\pm$ 0,78	5,34 $\pm$ 0,40	2,19 $\pm$ 0,42	52,64 $\pm$ 0,85	5,90 $\pm$ 0,54	0,18 $\pm$ 0,26
<i>Idade do animal (I)</i>						
3 meses	54,36 $\pm$ 0,70	4,72 $\pm$ 0,40 ^B	1,23 $\pm$ 0,38 ^B	53,33 $\pm$ 0,77	4,75 $\pm$ 0,49 ^B	0,08 $\pm$ 0,24
12 meses	52,34 $\pm$ 0,78	6,59 $\pm$ 0,44 ^A	2,76 $\pm$ 0,42 ^A	53,75 $\pm$ 0,50	5,56 $\pm$ 0,54 ^A	0,33 $\pm$ 0,26
<i>P-valor</i>						
P (S)	0,963	0,300	0,499	0,128	0,443	0,905
P (I)	0,065	0,004	0,012	0,718	0,025	0,504
P(SxI)	0,430	0,392	0,778	0,512	0,218	0,283

^{A-B} Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A luminosidade não foi influenciada pelo sexo e nem pela idade ($P>0,05$), diferentemente da intensidade de vermelho (a^*), que foi influenciado ($P<0,05$) pela idade, em que a carne proveniente de coelhos de 12 meses de idade foi mais ($P<0,05$) avermelhada quando comparada com a carne dos coelhos de 3 meses de idade. Resultados similares foram descritos por Polak et al. (2006), o que pode estar relacionado a maiores concentrações de mioglobina nos coelhos mais velhos, sendo um mecanismo compensatório do organismo, produto da diminuição da eficiência na troca de gases (O_2 - CO_2), conforme aumenta a idade do animal, sendo a mioglobina a principal proteína que pigmenta a carne (Polak et al., 2006; Juárez et al., 2009; Song et al., 2020).

A intensidade de amarelo (b^*) da carne dos coelhos jovens foi menor ($P=0,012$) em comparação com a carne proveniente dos coelhos mais velhos, possivelmente pela maior presença da gordura intramuscular, pois a gordura contém pigmentos carotenoides, os quais são os responsáveis pela intensidade de amarelo na carne (Bressan et al., 2004).

Não houve interação ($P>0,05$) entre sexo e idade para as variáveis pH, CRA, PPC e FC no músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses de idade (Tabela 2).

Tabela 2. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses.

	pH	CRA (%)	PPC (%)	FC (kg*F/cm ²)
<i>Sexo do animal (S)</i>				
Fêmea	5,87 $\pm$ 0,04	71,92 $\pm$ 0,84	23,33 $\pm$ 0,77	1,33 $\pm$ 0,09
Macho	5,97 $\pm$ 0,04	72,87 $\pm$ 0,91	24,05 $\pm$ 0,83	1,38 $\pm$ 0,09
<i>Idade do animal (I)</i>				
3 meses	5,91 $\pm$ 0,04	72,70 $\pm$ 0,82	24,58 $\pm$ 0,75	1,39 $\pm$ 0,08
12 meses	5,92 $\pm$ 0,04	72,09 $\pm$ 0,93	22,80 $\pm$ 0,84	1,33 $\pm$ 0,10
<i>P-valor</i>				
P (S)	0,163	0,451	0,533	0,708
P (I)	0,891	0,632	0,126	0,645
P (SxI)	0,203	0,616	0,146	0,485

^{A-B} Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Pode-se observar que o pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) não foram influenciados pelo sexo e idade dos coelhos (P>0,05) o que é relevante, porque essas variáveis exercem grande influência nas características da qualidade da carne que são relevantes para o consumidor (Morgan et al.,1991; Pardi et al., 1993; Ramos & Gomide, 2017).

Não houve interação (P>0,05) entre sexo e idade sobre a porcentagem de colágeno solúvel, insolúvel e total do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses (Tabela 3).

Tabela 3. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de porcentagem de colágeno solúvel, insolúvel e total do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses.

	Colágeno solúvel (%)	Colágeno insolúvel (%)	Colágeno total (%)
<i>Sexo do animal (S)</i>			
Macho	0,08 $\pm$ 0,01	0,16 $\pm$ 0,01	0,24 $\pm$ 0,01
Fêmea	0,07 $\pm$ 0,01	0,14 $\pm$ 0,01	0,22 $\pm$ 0,01
<i>Idade do animal (I)</i>			
3 meses	0,10 $\pm$ 0,01 ^A	0,13 $\pm$ 0,01 ^B	0,24 $\pm$ 0,01
12 meses	0,05 $\pm$ 0,01 ^B	0,17 $\pm$ 0,01 ^A	0,21 $\pm$ 0,01
<i>P-valor</i>			
P (S)	0,461	0,409	0,443
P (I)	<0,001	0,033	0,256
P (SxI)	0,140	0,351	0,218

^{A-B} Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Não houve efeito ($P > 0,05$) de sexo nas porcentagens de colágeno solúvel, insolúvel e total. Por outro lado, foi observado, que conforme aumentou a idade do coelho diminuiu ($P < 0,001$) as porcentagens de colágeno solúvel (0,10% e 0,04% nos coelhos de 3 e 12 meses de idade, respectivamente) e aumentam ($P = 0,033$) as porcentagens de colágeno insolúvel na carne (0,13 e 0,17% nos coelhos de 3 e 12 meses de idade, respectivamente). Possivelmente isso ocorre porque conforme o animal vai envelhecendo a taxa de produção de colágeno reduz, dando tempo para que as ligações cruzadas de colágeno que normalmente apresentariam natureza termolábil (colágeno solúvel), comecem a se estabilizar e fortalecer, fazendo com que o colágeno gerado seja uma proteína estável termicamente de forma permanente (colágeno insolúvel), desta forma, maiores temperaturas são necessárias para promover o amaciamento dessa carne (Shimokomaki et al., 1972; McCormick, 1994; Kandeepan et al., 2009).

Independentemente das diferenças nos percentuais de colágeno insolúvel e solúvel na carne conforme o animal vai amadurecendo, não existem alterações nas concentrações totais de colágeno (Ramos & Gomide, 2017).

Não houve interação ($P > 0,05$) entre sexo e idade sobre a variável comprimento de sarcômero no músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses (Tabela 4).

Tabela 4. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de comprimento de sarcômero (CS) (μm) do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses.

	CS (μm)
<i>Sexo do animal (S)</i>	
Fêmea	1,92 $\pm$ 0,02
Macho	1,95 $\pm$ 0,02
<i>Idade do animal (I)</i>	
3 meses	1,84 $\pm$ 0,02 ^B
12 meses	2,20 $\pm$ 0,02 ^A
<i>P-valor</i>	
P (S)	0,427
P (I)	<0,001
P (SxI)	0,550

^{A-B} Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

O sexo não influenciou ($P > 0,05$) o comprimento de sarcômero, no entanto com relação a idade, foi observado que os coelhos de 12 meses de idade apresentaram carne com maior ($P < 0,001$) comprimento de sarcômero quando comparada à carne de coelhos de 3 meses de idade, foi observado que os valores de comprimento de sarcômero dos coelhos de 12 meses de idade ultrapassaram 2 μm , o que significa que a maciez presente na carne não é influenciada pelo grau de desnaturação da estrutura muscular (IFM) nem pela quantidade de colágeno presente na carne (Wheeler et al., 2000; Veiseth et al., 2004). Apesar de existirem diferenças entre os valores de IFM e colágeno com relação a idade, não há diferenças ($P > 0,05$) da maciez com relação a idade.

Houve interação ($P = 0,004$) entre sexo e idade sobre a variável Índice de fragmentação miofibrilar (IFM) no músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses de idade (Tabela 5).

Tabela 5. Médias ($\pm$ EPM) da interação dos valores de para o índice de fragmentação miofibrilar (IFM) do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses.

Idade do animal (I) (n=10)	Sexo do animal (S) (n=10)		P-valor		
	Fêmea	Macho			
	IFM		P (S)	P(I)	P(IxS)
3 meses	60,90 $\pm$ 5,91 ^{Bb}	87,31 $\pm$ 5,91 ^{Aa}	0,249	0,002	0,004
12 meses	101,11 $\pm$ 5,91 ^{Aa}	89,31 $\pm$ 7,07 ^{Aa}			

A-B, a-b Médias seguidas por letras distintas nas colunas (maiúsculas) e nas linhas (minúsculas) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A carne das fêmeas de 3 meses de idade apresentou menores (P<0,05) valores de IFM (60,90) quando comparadas com os machos da mesma idade (87,10), observando-se que independentemente da idade e do sexo, as carnes observadas no presente trabalho apresentaram valores de IFM próximas ao 100, sendo consideradas macias (Ramos & Gomide, 2017).

Houve interação (P<0,05) entre sexo e idade sobre a composição química (umidade, lipídios, proteína e matéria mineral) do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses de idade (Tabela 6).

Tabela 6. Médias ($\pm$ EPM) da interação dos valores de a porcentagem de umidade, lipídios, proteína e matéria mineral do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses.

Idade do animal (I) (n=10)	Sexo do animal (S) (n=10)		P-valor		
	Fêmea	Macho			
Umidade (%)			P (S)	P (I)	P(IxS)
3 meses	69,10 $\pm$ 0,30 ^{Bb}	70,90 $\pm$ 0,30 ^{Aa}	0,613	0,212	<0,001
12 meses	71,15 $\pm$ 0,32 ^{Aa}	69,68 $\pm$ 0,36 ^{Bb}			
Lipídio (%)			P (S)	P (I)	P(IxS)
3 meses	4,31 $\pm$ 0,31 ^{Aa}	2,47 $\pm$ 0,33 ^{Ab}	0,006	<0,001	0,019
12 meses	2,16 $\pm$ 0,31 ^{Ba}	1,99 $\pm$ 0,36 ^{Aa}			
Proteína (%)			P (S)	P (I)	P(IxS)
3 meses	22,45 $\pm$ 0,25 ^{Aa}	21,75 $\pm$ 0,25 ^{Ba}	0,882	0,013	0,025
12 meses	22,52 $\pm$ 0,27 ^{Aa}	23,14 $\pm$ 0,32 ^{Aa}			
Matéria mineral (%)			P (S)	P (I)	P(IxS)
3 meses	1,68 $\pm$ 0,09 ^{Aa}	1,17 $\pm$ 0,09 ^{Ab}	0,021	0,636	0,010
12 meses	1,37 $\pm$ 0,08 ^{Ba}	1,40 $\pm$ 0,10 ^{Aa}			

A-B, a-b Médias seguidas por letras distintas nas colunas (maiúsculas) e nas linhas (minúsculas) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os valores de composição química obtidos no presente trabalho estão dentro dos padrões normais já descritos para coelhos (Salvini et al., 1998).

Com o aumento da idade dos machos, houve redução dos percentuais da umidade da carne, o que corrobora com a literatura (Cavani et al., 2000; Hernández et al., 2004), possivelmente devido à maior deposição de gordura na carne conforme aumenta a idade do animal, ocasionando a concentração dos outros componentes (Gondret et al., 1998; Hernández et al., 1998; Cavani et al., 2000), existindo uma relação inversamente proporcional entre os percentuais de lipídios e umidade da carne (Fraga et al., 1978; Szendrő et al., 1998). No caso das fêmeas, observou-se um aumento (P<0,05) nos percentuais de umidade da carne conforme aumentava a idade, isso pode estar relacionado com a diminuição nos percentuais de lipídios nas fêmeas mais velhas, pois existe uma relação inversamente proporcional entre os percentuais de umidade com os de lipídio. Essa diminuição dos percentuais de lipídio com relação à idade possivelmente é causada pela utilização das reservas energéticas da fêmea durante a gestação (principalmente nos últimos 10 dias antes do parto) e a lactação

(na produção de leite), ocasionando a diminuição das concentrações de lipídio na carne (Xiccatto et al., 2004; Taghouti et al., 2021).

Foi observado que os coelhos de 3 meses de idade, a carne das fêmeas apresentaram maiores ($P < 0,05$) concentrações de lipídio (2,16%) quando comparadas com os machos (2,47%), possivelmente devido à ação dos hormônios sexuais no metabolismo dos ácidos graxos, como o estrogênio, que tem influência na absorção dos lipídios e na lipogênese (North et al., 2019).

Foi observado que a carne dos machos de 12 meses de idade apresentaram maiores ($P = 0,0025$) percentuais de proteína (23,14%), quando comparados com os machos de 3 meses de idade (21,75%), o que condiz com os resultados obtidos por Gondret et al. (1998) possivelmente devido à maior deposição de proteína na carne conforme o amadurecimento do animal.

Pode-se observar que a carne das fêmeas de 3 meses de idade apresentou maiores ($P = 0,01$) percentuais de matéria mineral (1,68%) quando comparadas com os machos da mesma idade (1,17%), o que foi observado também por Gašperlin et al. (2006). Por outro lado, aos 12 meses de idade não houve diferenças entre os sexos com relação aos percentuais de matéria mineral. É interessante ressaltar que houve decréscimo ($P < 0,05$) nos percentuais de matéria mineral na carne de fêmeas de 12 meses, quando comparadas com a carne de fêmeas de 3 meses, corroborando por Polak et al. (2006).

Não houve interação ($P > 0,05$) entre sexo e idade na oxidação lipídica do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses de idade (Tabela 7).

Tabela 7. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de oxidação lipídica (TBARS) do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses.

TBARS (mg MDA/kg)	
Sexo do animal (S)	
Fêmea	0,59 $\pm$ 0,08
Macho	0,63 $\pm$ 0,09
Idade do animal (I)	
3 meses	0,90 $\pm$ 0,08 ^A
12 meses	0,32 $\pm$ 0,09 ^B
P-valor	
P (S)	0,762
P (I)	<0,001
P (SxI)	0,902

^{A-B} Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Não houve efeito do sexo ($P > 0,05$). Por outro lado, houve efeito significativo da idade do animal. Carne de coelhos de 12 meses de idade apresentaram menores ($P < 0,05$) valores de oxidação (0,32 mg MDA/kg) quando comparados com os coelhos de 3 meses de idade (0,90 mg MDA/kg).

Possivelmente, está relacionado com as mudanças no perfil lipídico dos coelhos com relação a idade, pois conforme aumenta a idade do animal, muitas vezes acontece diminuição das concentrações de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) e aumento das concentrações dos ácidos graxos saturados (AGS) na carne. Sendo os AGPI os mais susceptíveis aos processos de oxidação lipídica, devido a sua estrutura molecular, pois apresentam duplas ligações, ocasionando o enfraquecimento das mesmas. Dessa forma, a carne proveniente de animais mais velhos que normalmente apresentariam maiores concentrações de AGS em comparação com a carne proveniente de animais jovens seriam menos susceptíveis aos processos de oxidação lipídica (Thanatsang et al., 2020; Oliveira et al., 2021).

Houve interação ($P < 0,001$) entre sexo e idade do coelho fêmea na concentração de colesterol do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses de idade (Tabela 8).

Tabela 8. Médias ($\pm$ EPM) da interação dos valores de concentração de colesterol do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de coelhos da linhagem Botucatu fêmeas e machos de 3 e 12 meses.

Idade do animal (I) (n=10)	Sexo do animal (S) (n=10)		P-valor		
	Fêmea	Macho			
	Colesterol (mg/100g)		P (S)	P (I)	P (I x S)
3 meses	77,80 $\pm$ 1,86 ^{Aa}	72,16 $\pm$ 1,86 ^{Bb}	0,572	0,822	<0,001
12 meses	71,55 $\pm$ 1,73 ^{Bb}	79,20 $\pm$ 1,98 ^{Aa}			

A-B, a-b Médias seguidas por letras distintas nas colunas (maiúsculas) e nas linhas (minúsculas) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A carne das fêmeas apresentou maiores (P<0,05) concentrações de colesterol em comparação aos coelhos machos de 3 meses de idade, invertendo essa tendência ao serem avaliadas as concentrações de colesterol nos coelhos com 12 meses de idade. No entanto, independentemente da idade e do sexo, os dados de colesterol mostrados no experimento estão dentro dos padrões indicados na literatura (45 a 85 mg/100g) (Dalle Zotte, 2002; Gasperlin et al., 2006).

Conclusões

A idade influencia as características físico-químicas da carne de coelhos, os coelhos de 12 meses apresentaram uma carne com uma coloração mais avermelhada, uma estrutura muscular com maiores percentuais de colágeno insolúvel, e maiores comprimentos de sarcômero e maiores percentuais de proteína e gordura e menores percentuais de umidade em comparação com carne provenientes coelhos de 3 meses. Além disso, tem que se ressaltar a influência do sexo especialmente na composição química da carne nos coelhos.

Referências

- Abubakar, M., Ibrahim, U., Yusuf, A. U., Muhammad, A. S., & Adamu, N. (2015). Growth performance, carcass and organ characteristics of growing rabbits fed graded levels of *Moringa oleifera* leaf meal in diets. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 8(2), 7-9. <https://doi.org/10.4314/bajopas.v8i2.2>

- AOAC. (2011). Official methods of analysis. 18th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Washington, DC.
- Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian journal of biochemistry and physiology*, 37(8), 911-917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>
- Bressan, M. C., Jardim, N. S., Perez, J. R., Thomazini, M., Lemos, A. L. S., Oda, S. H., Pisa, A. C., Vieira, J. O., Paira, P. B. & Freitas, R. T. (2004). Influência do sexo e faixas de peso ao abate nas características físico-químicas da carne de capivara. *Food Science and Technology*, 24, 357-362. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000300009>
- Carvalho, L. T., Owens, C. M., Giampietro-Ganeco, A., de Mello, J. L. M., Ferrari, F. B., de Carvalho, F. A. L., Souza, R. A., Amoroso, L., Souza, P. A., Borba, H. & Trindade, M. A. (2021). Quality of turkeys breast meat affected by white striping myopathy. *Poultry Science*, 100(4), 101022. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101022>
- Castro Gutierrez, K. M., & Martinez Castro, C. P. (2010). Costo de producción en la crianza, desarrollo y engorde del conejo en las empresas: fundación maría cavalleri, finca la granja y universidad católica del trópico seco de los departamentos de matagalpa y estelí durante el I semestre del año 2009. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.
- Cavani, C., Bianchi, M., Lazzaroni, C., Luzi, F., Minelli, G., & Petracci, M. (2000). Influence of type of rearing, slaughter age and sex on fattening rabbit: II. Meat quality. *World Rabbit Sci*, 8, 567-572.
- COMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE. CIE. Colorimetry - Part 4: 1976 L*a*b* Colour Space. Vienna, Austria, 1976
- Cross, H. R., Carpenter, Z. L., & Smith, G. C. (1973). Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. *Journal of Food Science*, 38(6), 998-1003. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1973.tb02133.x>
- Cross, H. R., West, R. L., & Dutson, T. R. (1981). Comparison of methods for measuring sarcomere length in beef semitendinosus muscle. *Meat science*, 5(4), 261-266. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(81\)90016-4](https://doi.org/10.1016/0309-1740(81)90016-4)

- Dalle Zotte, A. (2002). Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock production science*, 75(1), 11-32. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00308-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00308-6)
- De Souza, D. O., Gomez, A. V. da C., Gonzaga, I. V. F., & Silva, V. P. (2022). Efeito da idade de abate no desempenho da carcaça e qualidade da carne de coelhos. *Brazilian Journal of Development*, 8(8), 56810-56825.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION CORPORATE. FAOSTAT: value of agricultural production. 2021. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>>. Acesso em: 12 de janeiro de 2023.
- Folch, J., Lees, M., & Sloane Stanley, G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J biol Chem*, 226(1), 497-509. [https://www.jbc.org/article/S0021-9258\(18\)64849-5/pdf](https://www.jbc.org/article/S0021-9258(18)64849-5/pdf)
- Fraga, M. J., Torres, A., Pérez, E., Gálvez, J. F., & De Blas, J. C. (1978). Body composition in suckling rabbits. *Journal of Animal Science*, 47(1), 166-175. <https://doi.org/10.2527/jas1978.471166x>
- Gasperlin, L., Polak, T., Rajar, A., Skvarèa, M., & Zlender, B. (2006). Effect of genotype, age at slaughter and sex on chemical composition and sensory profile of rabbit meat. *World rabbit science*, 14(3). <http://hdl.handle.net/10251/9592>
- Gondret, F., Juin, H., Mourot, J., & Bonneau, M. (1998). Effect of age at slaughter on chemical traits and sensory quality of Longissimus lumborum muscle in the rabbit. *Meat Science*, 48(1-2), 181–187. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(97\)00088-0](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(97)00088-0)
- Gornall, A. G., Bardawill, C. J., & David, M. M. (1949). Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *J. biol. Chem*, 177(2), 751-766.
- Hadlich, J. C., Morales, D. C., Silveira, A. C., de Oliveira, H. N., & Chardulo, L. A. L. (2006). Efeito do colágeno na maciez da carne de bovinos de distintos grupos genéticos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 28(1), 57-62. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126479009>
- Hamm, R. (1961). Biochemistry of meat hydration. *Advances in food research*, 10(2), 335-443. [https://doi.org/10.1016/s0065-2628\(08\)60141-x](https://doi.org/10.1016/s0065-2628(08)60141-x)

- Haryati, T., Soewandi, B. P., Pratiwi, N., & Komarudin, K. (2021). The effect of *Indigofera zollingeriana* supplementation to performance of rabbit. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 888(1), 012073. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/888/1/012073>
- Hernández, P., Pla, M., & Blasco, A. J. L. P. S. (1998). Carcass characteristics and meat quality of rabbit lines selected for different objectives: II. Relationships between meat characteristics. *Livestock Production Science*, 54(2), 125-131. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(97\)00178-4](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(97)00178-4)
- Hernández, P., Aliaga, S., Pla, M., & Blasco, A. (2004). The effect of selection for growth rate and slaughter age on carcass composition and meat quality traits in rabbits. *Journal of Animal Science*, 82(11), 3138-3143. <https://doi.org/10.2527/2004.82113138x>
- Honikel, K. O. (1987). Water binding-capacity of meat. *Fleischwirtschaft*, 67(4), 418.
- Juárez, M., Horcada, A., Alcalde, M. J., Valera, M., Polvillo, O., & Molina, A. (2009). Meat and fat quality of unweaned lambs as affected by slaughter weight and breed. *Meat Science*, 83(2), 308-313. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.05.017>
- Kandeeapan, G., Anjaneyulu, A. S. R., Kondaiah, N., Mendiratta, S. K., & Lakshmanan, V. (2009). Effect of age and gender on the processing characteristics of buffalo meat. *Meat Science*, 83(1), 10-14. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.03.003>
- Lyon, C. E., Lyon, B. G., & Dickens, J. A. (1998). Effects of carcass stimulation, deboning time, and marination on color and texture of broiler breast meat. *Journal of Applied Poultry Research*, 7(1), 53-60. <https://doi.org/10.1093/japr/7.1.53>
- Madruga, M. S., Narain, N., Arruda, S. G. B. D., Souza, J. G., Costa, R. G., & Beserra, F. J. (2002). Castration and slaughter age effects on physical-chemical, sensorial and aromatic quality of goat meat. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31, 1562-1570. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000600028>
- McCormick, R. J. (1994). The flexibility of the collagen compartment of muscle. *Meat science*, 36(1-2), 79-91. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90035-3](https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)90035-3)

- Morgan, J. B., Savell, J. W., Hale, D. S., Miller, R. K., Griffin, D. B., Cross, H. R., & Shackelford, S. D. (1991). National beef tenderness survey. *Journal of Animal Science*, 69(8), 3274-3283. <https://doi.org/10.2527/1991.6983274x>
- North, M. K., Zotte, A. D., & Hoffman, L. C. (2019). The effects of dietary quercetin supplementation and sex on the fatty acid profile of rabbit meat, dissectible fat and caecotrophes. *Meat Science*, 107888. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107888>
- Olivares Pineda, R., Gómez Cruz, M. Á., Schwentesius Rindermann, R., & Carrera Chávez, B. (2009). Alternativas a la producción y mercadeo para la carne de conejo en Tlaxcala, México. *Región y sociedad*, 21(46), 191-207.
- Oliveira, M. I. V., Costa, G. F., Almeida, J. L. S., Oliveira, A. A. P., Silva, L. R., Nunes, M. J. S. L., Ferreira, V. C. S., Guedes, J. P. S. & Pascoal, L. A. F. (2021). Physico Chemical Properties of Fresh Sausage Formulated with Different Proportions of Commercial Meat Pork and Cull Sow. *Research & Reviews. Journal of Food Science & Technology*, 11(1), 37-46.
- Oliveira, R. F. D., Mello, J. L. M. D., Ferrari, F. B., Cavalcanti, E. N. F., Souza, R. A. D., Pereira, M. R., Giampietro-Ganeco, A., Villegas-Cayllahua, E. A., Fidelis, H. A., Fávero, M. S., Amoroso, L., Souza, P. A. & Borba, H. (2021). Physical, chemical and histological characterization of pectoralis major muscle of broilers affected by wooden breast myopathy. *Animals*, 11(3), 596. <https://doi.org/10.3390/ani11030596>
- Pardi, M. C., dos Santos, I. F., de Souza, E. R., & Pardi, H. S. (1993). *Higiene Tecnologia Da Carne, Goiania: CEGRAF-UFG*.
- Polak, T., Gašperlin, L., Rajar, A., & Žlender, B. (2006). Influence of genotype lines, age at slaughter and sexes on the composition of rabbit meat. *Food Technology and Biotechnology*, 44(1), 65-73.
- Ramón, J., & Rafel, O. (2002). 2000. Diez años de gestión global en España. *Expoaviga*, 113-117.
- Ramos, E. M., & Gomide, L. A. M. (2017). *Avaliação da Qualidade de Carnes: Fundamentos e Metodologias, Viçosa: Editora Viçosa UFV*.

- Saldanha, T., Mazalli, M. R., & Bragagnolo, N. (2004). Avaliação comparativa entre dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. *Food Science and Technology*, 24, 109-113. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000100020>
- Salvini, S., Parpinel, M., Gnagnarella, P., Maisonneuve, P., & Turrini, A. (1998). Banca dati di composizione degli alimenti per studi epidemiologici in Italia. Ed. Istituto Superiore di Oncologia.
- SAS Institute. (2002). User's guide: Statistics. Release 9.1. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- Shimokomaki, M., Elsdon, D. F., & Bailey, A. J. (1972). Meat tenderness: age related changes in bovine intramuscular collagen. *Journal of Food Science*, 37(6), 892-896. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1972.tb03696.x>
- Song, D. H., Hwang, Y. J., Ham, Y. K., Ha, J. H., Kim, Y. R., & Kim, H. W. (2020). Meat quality attributes and oxidation stability of loin chops from finishing gilts and cull sows. *Journal of food science and technology*, 57, 3142-3150. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04348-y>
- Szendrő, Z., Radnai, I., Biro-Nemeth, E., Romvári, R., Milisits, G., & Kenessey, A. (1998). The effect of live weight on the carcass traits and the chemical composition of meat of Pannon White rabbits between 2.2 and 3.5 kgs. *World Rabbit Science*, 6(2), 243-249. <https://doi.org/10.4995/wrs.1998.351>
- Taghouti, M., García, J., Ibáñez, M. A., Macchiavelli, R. E., & Nicodemus, N. (2021). Relationship between Body Chemical Composition and Reproductive Traits in Rabbit Does. *Animals*, 11(8), 2299. <https://doi.org/10.3390/ani11082299>
- Thanatsang, K. V., Y. Malila, S. Arayamethakorn, Y. Srimarut, N. Tatiyaborworntham, T. Uengwetwanit, A. Panya, W. Rungrassamee, & Visessanguan, W. (2020). Nutritional properties and oxidative indices of broiler breast meat affected by wooden breast abnormality. *Animals*, 10(12), 2272. <https://doi.org/10.3390/ani10122272>
- Veiseth, E., Shackelford, S. D., Wheeler, T. L., & Koohmaraie, M. (2004). Factors regulating lamb longissimus tenderness are affected by age at slaughter. *Meat Science*, 68(4), 635-640. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.05.01>

- Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., & Koohmaraie, M. (2000). Variation in proteolysis, sarcomere length, collagen content, and tenderness among major pork muscles. *Journal of Animal Science*, 78(4), 958-965. <https://doi.org/10.2527/2000.784958x>
- Vyncke, B. W. (1970). Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fette, Seifen, Anstrichmittel*. 72(12), 1084-1087. <https://doi.org/10.1002/lipi.19700721218>.
- Woessner Jr, J. F. (1961). The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this imino acid. *Archives of biochemistry and biophysics*, 93(2), 440-447. [https://doi.org/10.1016/0003-9861\(61\)90291-0](https://doi.org/10.1016/0003-9861(61)90291-0)
- Xiccato, G., Trocino, A., Sartori, A., & Queaque, P. I. (2004). Effect of parity order and litter weaning age on the performance and body energy balance of rabbit does. *Livestock Production Science*, 85(2-3), 239–251. [https://doi.org/10.1016/s0301-6226\(03\)00125-8](https://doi.org/10.1016/s0301-6226(03)00125-8)

CAPÍTULO 3 - Qualidade físico-química de linguiça tipo frescal processada com carne de coelhas da linhagem Botucatu de diferentes idades armazenada por até 28 dias²

Resumo

Objetivou-se avaliar variações nas características físico-químicas de linguiças tipo frescal elaboradas com carne de coelhas em idade de descarte, armazenadas (4°C) por até 28 dias. Foram utilizadas carcaças provenientes de coelhas da linhagem Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses). As linguiças foram embutidas e armazenadas sob refrigeração (4°C) em embalagem plástica selada a vácuo. Foram avaliados coloração (L^* , a^* e b^*), pH, perda de peso por cocção (PPC), perda de peso por armazenamento (PPA), força de cisalhamento (FC), composição química (umidade, proteína, lipídio e matéria mineral) e oxidação lipídica, nos diferentes tempos de armazenamento propostos (início, 7, 14, 21 e 28 dias). Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste Tukey ($P < 0,05$). Observou-se que o tempo de armazenamento alterou ($P < 0,05$) as propriedades físico-químicas da linguiça, como a coloração, diminuindo ($P < 0,05$) as intensidade de vermelho (a^*) e amarelo (b^*), o aumento ($P < 0,05$) nos valores de PPA, PPC e FC. As linguiças elaboradas com a carne de fêmeas mais velhas apresentaram menores ($P < 0,05$) valores para PPA e oxidação lipídica quando comparadas com as linguiças elaboradas com a carne de fêmeas jovens. A qualidade físico-química da linguiça de coelho é alterada durante o armazenamento por 28 dias sob refrigeração, não ultrapassando os níveis recomendados de oxidação lipídica, o que significa a ausência de características rançosas no produto. Diante dos resultados obtidos, é recomendável a utilização da carne de coelhas de diferentes idades para a elaboração de linguiças tipo frescal armazenadas por até 28 dias sob refrigeração.

Palavras Chave: composição química, embutidos, maciez, refrigeração, *Oryctolagus cuniculus*, oxidação lipídica

² Este capítulo corresponde ao artigo científico submetido à revista *Meat Science* e encontra-se em avaliação para publicação

Introdução

A carne de coelho é considerada de boa qualidade nutricional, porque apresenta baixas concentrações de gordura e colesterol (Hernández, 2008; Petrescu & Petrescu-Mag, 2018) e altas concentrações de proteína (Dalle Zotte & Szendro, 2011) quando comparada com a carne de outras espécies de interesse zootécnico. E com relação às características produtivas e reprodutivas, o coelho apresenta um rápido desenvolvimento, baixa conversão alimentar além de ser uma espécie com alta prolificidade, apresentando curtos intervalos entre partos (Risam et al., 2005; Haryati et al., 2021). No entanto, quando são criados de forma intensiva, em que apresentam menores intervalos de tempo entre partos, produzindo maior número de lâparos por ano, reduz a vida reprodutiva das matrizes, sendo descartadas por diversos motivos (idade, diminuição nas taxas de fertilidade e do tamanho da ninhada, redução do libido, anestro persistente etc.), chegando a ter taxas de reposição de até 120 % ao ano (Research Official Organizations in Spain, 1997; Ramón & Rafel, 2002; Marai et al., 2010). Uma vez descartadas, muitas dessas fêmeas são destinadas aos abatedouros comerciais para o consumo humano (Rosell & De la Fuente, 2009).

No entanto, a carne proveniente de animais mais velhos muitas vezes apresentam maior dureza, coloração mais avermelhada e opaca (Farvin et al., 2012; Suliman et al., 2014; Song et al., 2020), ocasionando é uma das melhores formas de vender esse tipo de carne no mercado consumidor seja mediante a forma de produtos processados (Teixeira et al., 2020), como a linguiça, que é um dos mais consumidos pela população brasileira, pelo baixo custo e fácil preparo (Santos et al., 2015), principalmente a linguiça tipo frescal (Massaguer, 2005; Ferreira et al., 2022), aproximando esse tipo de carne ao consumidor além de dar valor agregado ao produto (Dias & Duarte, 2007).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar variações nas características físico-químicas das linguiças tipo frescal elaboradas com carne de coelhas matrizes em idade de descarte, armazenadas sob refrigeração (4 °C) por até 28 dias.

Material e métodos

Localização do experimento

O trabalho foi realizado no Setor de Cunicultura e no Laboratório de Análise de Alimentos de Origem Animal (LaOra) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus Jaboticabal, São Paulo, Brasil (21°08'S, 48°11'W, 583 m altitude), com aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) desta Instituição (protocolo nº 5431/20)..

Coleta de amostras e procedimento experimental

Foram utilizados para o experimento 30 coelhos da linhagem Botucatu, de mesma procedência e que passaram pelas mesmas condições de manejo, distribuídos em 3 grupos experimentais (T1: coelhas jovens de 3 meses de idade; T2: coelhas de 12 meses de idade; T3: coelhas de 24 meses de idade), 15 animais de cada grupo. Os quais foram abatidos em abatedouro comercial de coelhos inspecionado pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF).

Após o abate, as carcaças permaneceram em câmara fria (4°C) por 24 horas e posteriormente armazenadas num túnel de congelamento (-18°C). Em seguida foram transportadas em caminhão com controle de temperatura (-18°C) até o Laboratório de Análise de Alimentos de Origem Animal (LaOra), no Departamento de Biotecnologia Agropecuária e Ambiental da FCAV/UNESP, Câmpus Jaboticabal, para que fosse realizada a desossa das carcaças.

Após a desossa, foram pesadas separadamente as matérias-primas cárneas assim como os demais ingredientes em balança analítica digital (Tabela 1). A carne de coelho e a pele de frango passaram por uma máquina de moer carne, com um disco de 5 cm.

Tabela 1. Formulação da linguiça tipo frescal de coelho (%)

Linguiça (%)		
Carne de coelho	69,00	%
Pele de frango	20,00	%
Proteína se soja	2,50	%
Água	5,00	%
Sal	2,00	%
Antioxidante	0,74	%
Pasta de alho	0,50	%
Pimenta do reino moída	0,15	%
Açúcar	0,09	%
Nitrito de sódio	0,02	%
Total	100,00	%

As massas de linguiça passaram pelo processo de homogeneização, sendo misturadas em homogeneizador de bacia rotativa, por 10 minutos, sendo retiradas deste equipamento com temperaturas inferiores a 14°C.

Em seguida, foram embutidas em tripas suínas e embaladas a vácuo (Selovac 200-B, São Paulo, SP, Brasil) em sacos plásticos (18 μ), pesadas e armazenadas em uma incubadora BOD (Eletrolab EL101/3 250W, Eletrolab) a 4°C $\pm$ 0,5°C até a realização das análises.

Foram elaboradas 10 repetições por tratamento e em cada tempo de armazenamento, cada repetição foi composta por uma embalagem selada a vácuo contendo 3 linguiças. Foram avaliadas cor, pH, PPC, PPA, força de cisalhamento, composição química e oxidação lipídica em cinco tempos de armazenamento (início, 7, 14, 21 e 28 dias).

Análises físico-químicas

Cor

Foi utilizado um colorímetro portátil (Minolta Chrome Meter modelo CR-400), com escala L*, a*, b*, do sistema CIELab, com iluminante D65, ângulo de observação de 10° e abertura de célula com 30 mm, sendo avaliado na superfície interna e externa em triplicata. A coloração foi determinada após o início das análises, na superfície

externa da linguiça (a área que tem contato com a tripa), e na superfície interna da linguiça (a área da massa da linguiça).

pH, perda de peso por cocção (PPC), perda de peso por armazenamento (PPA) e força de cisalhamento

A avaliação do pH foi determinado em triplicata mediante a utilização de um peagâmetro digital da marca Testo modelo 205, por meio da inserção do eletrodo na linguiça.

A perda de peso por cocção das linguiças foi determinada mediante a metodologia descrita por Oliveira et al. (2021). As amostras de tamanho e peso aproximados foram pesadas cruas em triplicata em balança analítica. Posteriormente, os produtos foram grelhados em grill elétrico (George Foreman GBZ80, Orlando, FL, USA) até atingir temperatura interna de 85°C (temperatura avaliada mediante a utilização de termopares inseridos individualmente em cada linguiça (FE-MUX, Flyever Indústria e Comércio de Equipamentos Eletrônicos Ltda., São Carlos-SP, Brasil). Após o resfriamento em temperatura ambiente, elas foram novamente pesadas para determinação da PPC, expressa em porcentagem, de acordo com o cálculo:

$$\text{PPC (\%)} = (\text{Peso inicial} - \text{Peso final}) \times 100 / \text{Peso inicial}.$$

A perda de peso por armazenamento (PPA) foi avaliada mediante o diferença existente entre o peso inicial da linguiça antes do armazenamento com o peso da linguiça após o tempo de armazenamento proposto, expresso em porcentagem (%).

$$\text{PPA (\%)} = (\text{Peso inicial} - \text{Peso final}) \times 100 / \text{Peso inicial}.$$

Para a avaliação da força de cisalhamento foram utilizadas as linguiças cozidas provenientes da análise de perda de peso por cocção. Após o resfriamento das linguiças sob temperatura ambiente, as linguiças foram seccionadas em discos de espessura de, aproximadamente, 1 cm. As amostras foram posicionadas no sentido

perpendicular ao dispositivo Warner-Bratzler, acoplada ao texturômetro Texture Analyser TA-XT2i, e submetidas ao corte, o qual expressou a força necessária para cisalhar as amostras em quilograma-força

Composição química e oxidação lipídica

A composição química foi determinada por meio das análises de percentual de umidade (método 950.46), proteína (método 977.14) e cinzas (método 920.153), conforme procedimentos preconizados pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2011), e a concentração de lipídios totais segundo metodologia proposta por Bligh e Dyer (1959).

A oxidação lipídica foi determinada pelo teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), seguindo a metodologia descrita por Vyncke et al. (1970).

Análise estatística

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x5, composto por coelhas de três idades (3, 12 e 24 meses) vs cinco tempos de armazenamento (Início, 7, 14, 21 e 28 dias), com 10 repetições cada tratamento.

Os dados foram analisados pelo Proc GLM do Statistical Analysis System (SAS, 2002). Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste Tukey com significância definida em $P < 0,05$.

Resultados e discussão

Não houve interação ($P > 0,05$) entre a idade da coelha e o tempo de armazenamento para os parâmetros de luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*) das superfícies externa e interna das linguças de coelha da linhagem Botucatu de diferentes idades armazenadas (4°C) por até 28 dias (Tabela 2).

Tabela 2. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*), intensidade de amarelo (b^*) das superfícies externa e internas de linguças tipo frescal elaboradas com carne provenientes de coelhas da linhagem Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenadas (4°C) por até 28 dias.

	SUPERFÍCIE EXTERNA			SUPERFÍCIE INTERNA		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
<i>Idade da coelha (I)</i>						
3 meses	70,70 $\pm$ 0,19 ^A	11,83 $\pm$ 0,17	7,04 $\pm$ 0,12 ^B	68,06 $\pm$ 0,25 ^A	14,16 $\pm$ 0,16 ^{AB}	10,33 $\pm$ 0,15 ^B
12 meses	70,37 $\pm$ 0,19 ^A	11,38 $\pm$ 0,17	7,19 $\pm$ 0,12 ^{AB}	68,79 $\pm$ 0,25 ^A	13,60 $\pm$ 0,16 ^B	10,44 $\pm$ 0,15 ^{AB}
24 meses	69,47 $\pm$ 0,19 ^B	11,79 $\pm$ 0,17	7,52 $\pm$ 0,12 ^A	67,01 $\pm$ 0,25 ^B	14,24 $\pm$ 0,15 ^A	10,76 $\pm$ 0,15 ^A
<i>Tempo de armazenamento (T)</i>						
Início	70,17 $\pm$ 0,25 ^{AB}	12,25 $\pm$ 0,22 ^A	7,22 $\pm$ 0,16 ^{AC}	68,71 $\pm$ 0,32 ^A	13,35 $\pm$ 0,19 ^C	10,25 $\pm$ 0,15
7 dias	69,34 $\pm$ 0,25 ^B	12,02 $\pm$ 0,22 ^{AB}	7,53 $\pm$ 0,16 ^{AB}	65,82 $\pm$ 0,34 ^B	14,87 $\pm$ 0,19 ^A	10,81 $\pm$ 0,15
14 dias	69,43 $\pm$ 0,25 ^B	11,97 $\pm$ 0,22 ^{AB}	7,73 $\pm$ 0,16 ^A	68,13 $\pm$ 0,32 ^A	14,14 $\pm$ 0,19 ^{AB}	10,57 $\pm$ 0,15
21 dias	70,86 $\pm$ 0,25 ^A	11,15 $\pm$ 0,22 ^{BC}	6,80 $\pm$ 0,16 ^C	68,30 $\pm$ 0,32 ^A	14,04 $\pm$ 0,19 ^{BC}	10,42 $\pm$ 0,15
28 dias	71,09 $\pm$ 0,25 ^A	10,93 $\pm$ 0,22 ^C	6,96 $\pm$ 0,16 ^{BC}	68,80 $\pm$ 0,32 ^A	13,72 $\pm$ 0,19 ^{BC}	10,51 $\pm$ 0,15
<i>P-valor</i>						
P (I)	0,002	0,134	<0,001	<0,001	0,0056	0,021
P (T)	<0,001	<0,001	0,029	<0,001	<0,001	0,101
P (I x T)	0,962	0,162	0,559	0,826	0,231	0,455

^{A-C} Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A idade influenciou na coloração das linguças, em que as linguças elaboradas com carne de coelhas mais velhas (24 meses de idade) apresentaram menores ($P = 0,002$) valores de L^* interna e externa quando comparadas com os valores obtidos nas linguças elaboradas com carne de coelhas jovens (3 meses de idade) e de 12 meses de idade. Possivelmente estando relacionado aos valores de pH, pois existe relação inversamente proporcional entre os valores de luminosidade e os valores de pH (Dalle Zotte & Ouhayoun, 1998), e também devido as características intrínsecas da carne, pois foi observado que conforme a idade do coelho aumenta, os percentuais de umidade da carne diminuem, sendo a umidade um dos fatores que influencia na luminosidade, fazendo com que a luminosidade da carne in natura de coelhos mais velhos seja menor (Polak et al., 2006; Budimir et al., 2018).

Com relação ao tempo de armazenamento, foi observado o aumento dos valores de luminosidade externa conforme aumentou ($P < 0,001$) o tempo de

armazenamento, possivelmente devido aos processos de desnaturação das proteínas, ocasionando maior dispersão de luz (Peng et al., 2019).

Os valores da intensidade de vermelho da superfície externa (a^*) diminuíram ($P < 0,001$) conforme aumentava o tempo de armazenamento, possivelmente pela ação dos processos de oxidação lipídica, produzindo-se radicais livres que promovem a catalise da mioglobina (Faustman et al., 2010; Farvin et al., 2012; Suliman et al., 2014), sendo eliminadas no exsudato durante o armazenamento, produzindo também a perda da coloração (Leygonie et al., 2012; Utrera et al., 2014).

Com relação a intensidade de vermelho da superfície interna (a^*) foi observado aumento ($P = 0,0056$) nos valores conforme aumentava a idade da coelha, devido a um maior acúmulo da mioglobina nos músculos conforme aumenta a idade (Budimir et al., 2018), apresentando uma carne mais escura e avermelhada e passando essas características da carne a linguiça, pois o mesmo resultado foi observada em outros trabalhos que avaliaram o efeito da idade na intensidade de vermelho em outras espécies (Sindelar et al., 2003; Oliveira et al., 2021).

A idade da coelha influenciou na intensidade de amarelo (b^*) da linguiça, tanto da superfície externa como interna, em que as linguiças elaboradas com carne de coelhas com 24 meses de idade apresentaram maiores ($P < 0,05$) valores de b^* quando comparada com as linguiças elaboradas com carne de coelhas mais jovens (3 e 12 meses de idade), possivelmente devido ao maior acúmulo de gordura intramuscular, presente em maior medida na carne das fêmeas mais velhas (Preziuso et al., 1996; Bressan et al., 2004).

Não houve interação ($P > 0,05$) entre a idade da coelha e o tempo de armazenamento na perda de peso por cocção (PPC) de linguiças tipo frescal elaboradas com carne provenientes de coelhas da linhagem Botucatu de diferentes idades armazenadas (4°C) por até 28 dias (Tabela 3).

Tabela 3. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de perda de peso por cocção (PPC) de linguiças tipo frescal elaboradas com carne provenientes de coelhas da linhagem Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenadas (4°C) por até 28 dias.

	PPC (%)
<i>Idade da coelha (I)</i>	
3 meses	40,79 $\pm$ 0,31
12 meses	40,49 $\pm$ 0,32
24 meses	40,63 $\pm$ 0,32
<i>Tempo de armazenamento (T)</i>	
Início	38,93 $\pm$ 0,41 ^C
7 dias	40,56 $\pm$ 0,38 ^B
14 dias	40,99 $\pm$ 0,39 ^B
21 dias	40,37 $\pm$ 0,43 ^B
28 dias	42,02 $\pm$ 0,39 ^A
<i>P-valor</i>	
P (I)	0,788
P (T)	<0,001
P (I $\times$ T)	0,153

^{A-C} Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Não houve efeito (P>0,05) da idade na perda de peso por cocção (PPC) das linguiças tipo frescal. No entanto, foi observado que conforme o tempo de estocagem avançou, os valores da PPC aumentaram (P<0,001), possivelmente devido aos processos de desnaturação proteica causada pelo longo período de armazenamento, ocorrendo processos de separação dos componentes da linguiça (água, lipídio e proteína), sendo mais susceptíveis a perda de água por exsudação, mas também sob a ação do calor (Estévez et al., 2005).

Houve interação (P<0,05) entre a idade da coelha e o tempo de armazenamento no pH, perda de peso por armazenamento (PPA) e na força de cisalhamento (FC) das linguiças tipo frescal elaboradas com carne provenientes de coelhas da linhagem Botucatu de diferentes idades armazenadas (4°C) por até 28 dias.

Tabela 4. Médias ($\pm$ EPM) da interação dos valores de pH, perda de peso por armazenamento (PPA), e força de cisalhamento de linguças tipo frescal elaboradas com carne provenientes de coelhas da linhagem Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenadas (4°C) por até 28 dias.

Tempo de armazenamento (T) (n=10)	Idade da fêmea (I) (n=10)			P-valor	
	3 meses	12 meses	24 meses		
pH					
Início	4,89 $\pm$ 0,01 ^{BCb}	4,88 $\pm$ 0,01 ^{Bb}	4,92 $\pm$ 0,01 ^{Aa}	P (I)	<0,001
7 dias	4,94 $\pm$ 0,01 ^{Aa}	4,91 $\pm$ 0,01 ^{Ab}	4,93 $\pm$ 0,01 ^{Aa}		
14 dias	4,91 $\pm$ 0,01 ^{Ba}	4,88 $\pm$ 0,01 ^{Bb}	4,92 $\pm$ 0,01 ^{Aa}		
21 dias	4,84 $\pm$ 0,01 ^{Da}	4,82 $\pm$ 0,01 ^{Db}	4,82 $\pm$ 0,01 ^{Cab}	P (T)	<0,001
28 dias	4,88 $\pm$ 0,01 ^{Ca}	4,85 $\pm$ 0,01 ^{Cb}	4,88 $\pm$ 0,01 ^{Ba}	P(IxT)	0,003
PPA (%)					
7 dias	5,73 $\pm$ 0,33 ^{Ba}	6,17 $\pm$ 0,37 ^{Aba}	5,18 $\pm$ 0,33 ^{Ba}	P (I)	0,004
14 dias	6,92 $\pm$ 0,33 ^{Aba}	6,60 $\pm$ 0,33 ^{Aba}	5,44 $\pm$ 0,33 ^{Bb}		
21 dias	7,42 $\pm$ 0,33 ^{Aa}	5,54 $\pm$ 0,33 ^{Bb}	6,01 $\pm$ 0,33 ^{Bb}	P (T)	<0,001
28 dias	7,65 $\pm$ 0,33 ^{Aa}	7,13 $\pm$ 0,33 ^{Aa}	7,87 $\pm$ 0,33 ^{Aa}	P(IxT)	0,004
Força de cisalhamento (Kgf/cm²)					
Início	0,98 $\pm$ 0,05 ^{Aa}	0,86 $\pm$ 0,05 ^{Ca}	1,00 $\pm$ 0,05 ^{Ba}	P (I)	<0,001
7 dias	1,05 $\pm$ 0,05 ^{Ab}	0,94 $\pm$ 0,05 ^{BCb}	1,35 $\pm$ 0,05 ^{Aa}		
14 dias	1,00 $\pm$ 0,05 ^{Ab}	1,12 $\pm$ 0,05 ^{Abb}	1,45 $\pm$ 0,05 ^{Aa}		
21 dias	0,92 $\pm$ 0,05 ^{Aa}	1,06 $\pm$ 0,05 ^{Ba}	1,01 $\pm$ 0,05 ^{Ba}	P (T)	<0,001
28 dias	1,03 $\pm$ 0,05 ^{Ab}	1,14 $\pm$ 0,05 ^{Ab}	1,45 $\pm$ 0,05 ^{Aa}	P(IxT)	<0,001

A-C, a-c Médias seguidas por letras distintas nas colunas (maiúsculas) e nas linhas (minúsculas) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Com relação ao pH foi observada uma diminuição (P<0,05) dos valores de pH de acordo com o tempo de armazenamento. Independentemente da idade da fêmea, esse resultado pode estar relacionado à ação de bactérias lácticas, as quais transformam o glicogênio muscular em ácido láctico (El-Nashi et al., 2015), estando presentes em ambientes com pouco oxigênio, como os produtos embalados a vácuo (Delazari et al., 1977; Franz & Von Holy, 1996).

Houve aumento (P=0,004) das perdas de peso durante o armazenamento (PPA), possivelmente relacionado às perdas de material no exsudato (proteína, matéria mineral e água), sendo algo que ocorre rotineiramente durante o armazenamento de linguças tipo frescal sob refrigeração (Campañone et al., 2001;

Henning et al., 2016), sendo observado que as linguiças elaboradas com carne de coelhas mais velhas apresentaram menores ($P < 0,05$) valores de PPA em comparação com as linguiças de coelhas de 3 meses de idade, possivelmente relacionado com os menores percentuais de umidade observadas nessas linguiças (tabela 6), apresentando menores quantidade de água disponível a ser eliminada durante a estocagem.

As linguiças elaboradas com carne de coelhas de 24 meses de idade apresentaram menor maciez ($P < 0,001$) quando comparadas com as linguiças elaboradas com carne de coelhas mais jovens (3 e 12 meses de idade) durante o armazenamento, possivelmente devido à diminuição das porcentagens de colágeno solúvel na carne in natura durante o crescimento do animal (Song et al., 2020). O armazenamento promoveu a diminuição da maciez ($P < 0,05$) somente nas linguiças elaboradas com carne de fêmeas de descarte (12 e 24 meses de idade), possivelmente devido à perda de água durante o armazenamento (Candogan & Kolsarici, 2003). No entanto, ainda apresentando essas diferenças durante o armazenamento, os valores foram inferiores a 4 kgf/cm², indicando que podem ser consideradas linguiças macias (Perry et al., 2001; Geesink et al., 2011).

Não houve interação ($P > 0,05$) entre a idade da coelha e o tempo de armazenamento nos percentuais de proteína, matéria mineral e oxidação lipídica de linguiças tipo frescal elaboradas com carne provenientes de coelhas da linhagem Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenados (4°C) por até 28 dias.

Tabela 5. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de proteína, matéria mineral (MM) e oxidação lipídica (TBARS) de linguiças tipo frescal elaboradas com carne provenientes de coelhas da linhagem Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenados (4°C) por até 28 dias.

	Proteína (%)	MM (%)	TBARS (mg MDA/kg)
<i>Idade da coelha (I)</i>			
3 meses	20,61 $\pm$ 0,20 ^B	2,18 $\pm$ 0,02	0,81 $\pm$ 0,03 ^A
12 meses	21,42 $\pm$ 0,19 ^A	2,11 $\pm$ 0,02	0,52 $\pm$ 0,02 ^B
24 meses	21,37 $\pm$ 0,20 ^A	2,13 $\pm$ 0,02	0,56 $\pm$ 0,02 ^B
<i>Tempo de armazenamento (T)</i>			
Início	21,58 $\pm$ 0,25 ^A	2,22 $\pm$ 0,03 ^A	0,57 $\pm$ 0,03
7 dias	20,60 $\pm$ 0,25 ^B	2,21 $\pm$ 0,03 ^{AB}	0,58 $\pm$ 0,03
14 dias	20,52 $\pm$ 0,25 ^B	2,14 $\pm$ 0,03 ^{AB}	0,66 $\pm$ 0,03
21 dias	21,04 $\pm$ 0,25 ^{AB}	2,06 $\pm$ 0,03 ^B	0,66 $\pm$ 0,03
28 dias	21,92 $\pm$ 0,25 ^A	2,01 $\pm$ 0,03 ^B	0,68 $\pm$ 0,03
<i>P-valor</i>			
P (I)	0,007	0,190	<0,001
P (T)	<0,001	0,005	0,149
P (I x T)	0,068	0,620	0,161

^{A-B} Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

De acordo com o regulamento técnico de identidade e qualidade da linguiça tipo frescal (Brasil, 2000), para que um produto seja considerado como linguiça frescal, deverá conter no máximo 70% de umidade, 30 % de lipídio e mínimo de 12% de proteína, sendo assim, independentemente da idade da coelha e do tempo de armazenamento, as linguiças do presente trabalho estão em conformidade com a Instrução Normativa Nº 4 de 31 de março de 2000.

As linguiças elaboradas com carne de coelhas jovens (3 meses de idade) apresentaram menores percentuais de proteína quando comparadas com as linguiças elaboradas com carne de coelhas mais velhas (12 e 24 meses de idade), possivelmente relacionado aos menores (P<0,05) percentuais de umidade observados nas linguiças de coelhas de 12 e 24 meses de idade, favorecendo a concentração dos outros componentes da composição química como a proteína conforme a aumenta a idade (Gondret et al., 1998). Com relação ao tempo de armazenamento, foi observado diminuição das concentrações de proteína, possivelmente devido à perda dos compostos amino solúveis associados com as

proteínas juntamente com a água eliminada durante o armazenamento na forma de exsudato (El-Nashi et al., 2015).

As concentrações de matéria mineral não foram influenciados pela idade da coelha ($P>0,05$) mas sim pelo tempo de armazenamento, em que conforme aumenta o tempo de armazenamento, diminuía ($P=0,005$) as concentrações de matéria mineral, possivelmente devido a sua eliminação junto com a água na forma de exsudato devido a sua natureza hidrofílica, devido principalmente à redução da capacidade de retenção de água ao longo do tempo de armazenamento e às perdas de material solúvel, como a matéria mineral (Petracci et al., 2015), observando esse mesmo resultado em outros trabalhos (Habiba et al., 2021; Ali et al., 2022).

Houve interação ($P<0,05$) entre a idade da coelha e o tempo de armazenamento nos percentuais de umidade e lipídios de linguças tipo frescal elaboradas com carne provenientes de coelhas da linhagem Botucatu de diferentes idades armazenadas (4°C) por até 28 dias.

Tabela 6. Médias ($\pm$ EPM) da interação dos valores de umidade e lipídio de linguças tipo frescal elaboradas com carne provenientes de coelhas da linhagem Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenadas (4°C) por até 28 dias.

Tempo de armazenamento (T) (n=10)	Idade da coelha (I) (n=10)			P-valor	
	3 meses	12 meses	24 meses		
Umidade (%)					
Início	64,81± 1,55 ^{Aa}	64,23± 1,55 ^{Ab}	64,69± 1,74 ^{Aab}	P (I)	<0,001
7 dias	63,99± 1,55 ^{Ba}	62,93± 1,55 ^{Bb}	63,91± 1,55 ^{BCa}		
14 dias	63,46± 1,74 ^{BCb}	61,60± 1,74 ^{Cc}	64,31± 1,55 ^{ABa}		
21 dias	63,66± 1,55 ^{BCb}	64,43± 1,55 ^{Aa}	64,71± 1,55 ^{Aa}	P (T)	<0,001
28 dias	63,25± 1,55 ^{Ca}	63,49± 1,55 ^{Ba}	63,57± 1,74 ^{Ca}	P (IxT)	<0,001
Lipídio (%)					
Início	12,03± 0,57 ^{BCa}	11,23± 0,57 ^{Ba}	13,41± 0,57 ^{Aa}	P (I)	0,851
7 dias	15,86± 0,57 ^{Aa}	14,49± 0,64 ^{Aa}	14,23± 0,64 ^{Aa}		
14 dias	11,33± 0,57 ^{Cb}	14,77± 0,57 ^{Aa}	12,36± 0,57 ^{Ab}		
21 dias	14,39± 0,64 ^{BCa}	12,86± 0,57 ^{ABa}	12,76± 0,57 ^{Aa}	P (T)	<0,001
28 dias	12,09± 0,57 ^{BCa}	12,89± 0,57 ^{ABa}	13,55± 0,57 ^{Aa}	P(IxT)	<0,001

A-C, a-c Médias seguidas por letras distintas nas colunas (maiúsculas) e nas linhas (minúsculas) diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

No início do experimento, os percentuais de umidade das linguiças das coelhas de 12 meses de idade foram inferiores ($P < 0,05$) aos percentuais obtidos das linguiças elaboradas com carne de coelhas de 3 meses de idade, possivelmente relacionado ao fato que normalmente as carnes de animais mais velhos apresentam menores percentuais de umidade quando comparadas com os animais mais jovens (Gaili et al., 1972; Madruga et al., 1999). Não houve diferença nos valores de umidade entre as diferentes idades da coelha aos 28 dias de armazenamento, devido a uma diminuição geral nos percentuais de umidade, possivelmente devido aos processos de desestabilização dos componentes da linguiça (gordura, água e proteína), favorecendo a eliminação da água conforme aumenta o tempo de armazenamento (Estévez et al., 2005).

As concentrações de lipídios foram influenciadas pelo tempo de armazenamento, havendo aumento ($P < 0,05$) nas concentrações de lipídios conforme aumentou o tempo de armazenamento nas linguiças elaboradas com carne de coelhas de 3 e 12 meses de idade. Isso pode ser devido a diminuição nos percentuais de umidade, ocasionando aumento na concentração dos outros componentes durante o armazenamento (Rajkumar et al., 2004; Dharmaveer et al., 2007). Com relação a idade, observou-se que as linguiças provenientes dos coelhos mais velhos apresentaram maiores ($P < 0,05$) concentrações de lipídios, por conta que conforme o coelho vai envelhecendo, vai-se depositando maiores quantidades de gordura na carne (Preziuso et al., 1996).

Apesar da oxidação lipídica não ter sido influenciada pelo tempo de armazenamento ($P > 0,05$), ela foi afetada ($P < 0,05$) pela idade da coelha, em que as linguiças elaboradas com carne de coelhas jovens (3 meses de idade) já apresentaram maiores níveis de oxidação lipídica inicial (0,80 mg MDA/kg) quando comparadas com as linguiças elaboradas com carne de coelhas mais velhas (12 e 24 meses de idade) (0,52 e 0,56 mg MDA/kg respectivamente), provavelmente por conta que carne de animais mais jovens apresentam maiores concentrações de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) quando comparadas com perfil de ácidos graxos de animais mais velhos (Nürnberg et al., 1998; Song et al., 2000; Budimir et al., 2018).

A taxa de oxidação lipídica é de suma importância pois pode ocasionar perda do valor nutricional além da produção de produtos tóxicos (malonaldeído) (Gray et al.,

1996), podendo provocar a rejeição do consumidor quando ultrapassa o limite recomendado, devido a aparição de características que indicariam a rancidez do produto (Campo et al., 2006; Bhattacharyya et al., 2007; Bou et al., 2009). No entanto, neste experimento nenhum dos tratamentos ultrapassou o valor de 2,00 mg MDA/kg, o que significa ausência de rancidez oxidativa (Campo et al., 2006).

Conclusões

A qualidade físico-química da linguiça frescal de coelho de diferentes idades não é alterada durante o armazenamento por 28 dias.

Durante o armazenamento, a composição química correspondeu aos padrões da legislação vigente, além de não ultrapassar os níveis recomendados de oxidação lipídica, o que significa a ausência de características rançosas no produto. Diante dos resultados obtidos, é recomendável a utilização da carne de coelhas de diferentes idades para a elaboração de linguiças refrigeradas por até 28 dias.

Referências

- Ali, M. S., Rahman, M. M., Habib, M., Kabir, M. H., Hashem, M. A., & Azad, M. A. K. (2022). Quality of spent hen sausages incorporated with bee honey. *Meat Research*, 2(1), 1-6. <https://doi.org/10.55002/mr.2.1.9>
- AOAC. (2011). Official methods of analysis. 18th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Washington, DC.
- Bhattacharyya, D., Sinhamahapatra, M., & Biswas, S. (2007). Preparation of sausage from spent duck—an acceptability study. *International journal of food science & technology*, 42(1), 24-29. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01194.x>
- Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian journal of biochemistry and physiology*, 37(8), 911-917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>.

- Bou, R., Codony, R., Tres, A., Decker, E. A., & Guardiola, F. (2009). Dietary strategies to improve nutritional value, oxidative stability, and sensory properties of poultry products. *Critical reviews in food science and nutrition*, 49(9), 800-822. <https://doi.org/10.1080/10408390902911108>
- Brasil. Ministério da pecuária e abastecimento – Mapa. Instrução Normativa N ° 4, De 31 De Março De 2000. Regulamentos Técnicos de Identidade e qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, e de Linguiça e de Salsicha. Diário Oficial da União, Brasília, p.6-10, 2000.
- Bressan, M. C., Jardim, N. S., Perez, J. R., Thomazini, M., Lemos, A. L. S., Oda, S. H., Pisa, A. C., Vieira, J. O., Paira, P. B. & Freitas, R. T. (2004). Influência do sexo e faixas de peso ao abate nas características físico-químicas da carne de capivara. *Food Science and Technology*, 24, 357-362. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000300009>
- Budimir, K., Trombetta, M. F., Francioni, M., Toderi, M., & D'Ottavio, P. (2018). Slaughter performance and carcass and meat quality of Bergamasca light lambs according to slaughter age. *Small Ruminant Research*, 164, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.0>
- Campañone, L. A., Salvadori, V. O., & Mascheroni, R. H. (2001). Weight loss during freezing and storage of unpackaged foods. *Journal of Food Engineering*, 47(2), 69-79. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00101-1](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00101-1)
- Campo, M. M., Nute, G. R., Hughes, S. I., Enser, M., Wood, J. D., & Richardson, R. I. (2006). Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science*, 72(2), 303-311. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.07.015>
- Candogan, K., & Kolsarici, N. (2003). Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin. *Meat Science*, 64(2), 207-214. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00182-1](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00182-1)
- Dalle Zotte, A., & Szendrő, Z. (2011). The role of rabbit meat as functional food. *Meat science*, 88(3), 319-331. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.02.017>
- Dalle Zotte A., & Ouhayoun J. (1998): Effect of genetic origin, diet and weaning weight on carcass composition, muscle physicochemical and Histochemical traits in the rabbit. *Meat Science*, 50, 471–478.

- Delazari, I., Leitão, M. F., & Hsu, L. A. (1977). Efeito da microflora contaminante sobre o desenvolvimentos de *Staphylococcus aureus* em linguiças. *Coletânea do ITAL*, 8, 557-571.
- Dharmaveer, S., Rajkumar, V., & Mukesh, K. P. (2007). Quality and shelf-life of smoked chevon sausages packed under vacuum. *American Journal of Food Technology*, 2(4), 238-247. <https://doi.org/10.3923/ajft.2007.238.247>
- Dias, R. P., & Duarte, T. F. (2007). *Processamento de Linguiça Frescal e Defumada de Caprinos e Ovinos. Sobral: Embrapa.*
- El-Nashi, H. B., Fattah, A. F. A. K. A., Rahman, N. R. A., & Abd El-Razik, M. M. (2015). Quality characteristics of beef sausage containing pomegranate peels during refrigerated storage. *Annals of Agricultural Sciences*, 60(2), 403-412. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2015.10.002>
- Estévez, M., Ventanas, S., & Cava, R. (2005). Protein oxidation in frankfurters with increasing levels of added rosemary essential oil effect on color and texture deterioration. *Journal of Food Science*, 70(7), c427–c432. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb11464.x>
- Farvin, K. S., Grejsen, H. D., & Jacobsen, C. (2012). Potato peel extract as a natural antioxidant in chilled storage of minced horse mackerel (*Trachurus trachurus*): Effect on lipid and protein oxidation. *Food Chemistry*, 131(3), 843-851. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.09.056>
- Faustman, C., Sun, Q., Mancini, R., & Suman, S. P. (2010). Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. *Meat science*, 86(1), 86-94. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.025>
- Ferreira, K. D., Viana, V. V., & Silva, C. S. (2022). Transmissão e controle de salmonella na produção de linguiça do tipo frescal: revisão de literatura. *Revista Liberum accessum*, 14(2), 26-31.
- Franz, C. M. A. P., & Von Holy, A. (1996). Bacterial populations associated with pasteurized vacuum-packed Vienna sausages. *Food Microbiology*, 13(2), 165-174. <https://doi.org/10.1006/fmic.1996.0021>
- Gaili, E. S. E., Ghanem, Y. S., & Mukhtar, A. M. S. (1972). A comparative study of some carcass characteristics of Sudan desert sheep and goats. *Animal Science*, 14(3), 351-357. <https://doi.org/10.1017/S0003356100011089>

- Geesink, G., Sujang, S. & Koohmaraie, M. (2011). Tenderness of pre- and postrigor lamb longissimus muscle. *Meat Science*, 88, 723-726.
- Gondret, F., Juin, H., Mourot, J., & Bonneau, M. (1998). Effect of age at slaughter on chemical traits and sensory quality of Longissimus lumborum muscle in the rabbit. *Meat science*, 48(1-2), 181-187. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(97\)00088-0](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00088-0)
- Gray, J. I., Gomaa, E. A., & Buckley, D. J. (1996). Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat science*, 43:111-123.
- Habiba, U., Hossain, M. M., Habib, M., Hashem, M. A., & Ali, M. S. (2021). Effect of adding different types of flour on the quality of low fat beef sausage. *Bangladesh Journal of Animal Science*, 50(1), 1-11. <https://doi.org/10.3329/bjas.v50i1.55562>
- Haryati, T., Soewandi, B. P., Pratiwi, N., & Komarudin, K. (2021). The effect of Indigofera zollingeriana supplementation to performance of rabbit. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 888(1), 012073. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/888/1/012073>
- Henning, S. S. C., Tshalibe, P., & Hoffman, L. C. (2016). Physico-chemical properties of reduced-fat beef species sausage with pork back fat replaced by pineapple dietary fibres and water. *LWT*, 74, 92–98. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.007>
- Hernández, P. (2008). Enhancement of nutritional quality and safety in rabbit meat. In *Proceedings of the 9th World Rabbit Congress*, Verona, Italy, 1287-1300.
- Leygonie, C., Britz, T. J. & Hoffman, L. C. (2012). Hoffman. Impact of freezing and thawing on the quality of meat. *Meat Science*. 91: 93-98.
- Madruga, M. S., Arruda, S. G. B., Araújo, E. M., Andrade, L. T., Nascimento, J. C., & Costa, R. G. (1999). Efeito da idade de abate no valor nutritivo e sensorial da carne caprina de animais mestiços. *Food Science and Technology*, 19, 374-379. <https://doi.org/10.1590/S0101-20611999000300014>
- Marai, I. F., Askar, A. A., McKroskey, R. A., & Tena, E. (2010). Replacement in rabbit herds. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(3), 431-444.
- Massaguer, P. (2005). *Microbiologia dos processos alimentares*. São Paulo: Varela.

- Nürnberg, K., Wegner, J., & Ender, K. (1998). Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. *Livestock Production Science*, 56(2), 145-156. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(98\)00188-2](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(98)00188-2)
- Oliveira, M. I. V., Costa, G. F., Almeida, J. L. S., Oliveira, A. A. P., Silva, L. R., Nunes, M. J. S. L., Ferreira, V. C. S., Guedes, J. P. S. & Pascoal, L. A. F. (2021). Physico Chemical Properties of Fresh Sausage Formulated with Different Proportions of Commercial Meat Pork and Cull Sow. *Research & Reviews. Journal of Food Science & Technology*, 11(1), 37-46.
- Oliveira, R.F.d., Fávero, M.S., Mello, J.L.M.d., Ferrari, F.B., Cavalcanti, E.N.F., Souza, R.A.d., Pereira, M.R., Giampietro-Ganeco, A., Villegas-Cayllahua, E.A., Fidelis, H.d.A., et al. (2021). Effects of Storage on Quality Traits of Sausages Made with Chicken Breast Meat Affected by Wooden Breast. *Animals*, 11, 513. <https://doi.org/10.3390/ani11020513>
- Peng, Y., Adhiputra, K., Padayachee, A., Channon, H., Ha, M., & Warner, R. D. (2019). High oxygen modified atmosphere packaging negatively influences 403 consumer acceptability traits of pork. *Foods*, 8(11), 567. <https://doi.org/10.3390/foods8110567>
- Perry, D., Thompson, J. M., Hwang, I. H., Butchers, A. & Egan, A. F. (2001). Relationship between objective measurements and taste panel assessment of beef quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 41(7), 981-989, 2001.
- Petracci, M., Mudalal, S., Soglia, F. & C. Cavani. (2015). Meat quality in fast-growing broiler chickens *World's Poult. Sci. J.*, 71: 363-374.
- Petrescu, D. C., & Petrescu-Mag, R. M. (2018). Consumer behaviour related to rabbit meat as functional food. *World Rabbit Science*, 26(4), 321-333. <https://doi.org/10.4995/wrs.2018.10435>
- Polak, T., Gašperlin, L., Rajar, A., & Žlender, B. (2006). Influence of genotype lines, age at slaughter and sexes on the composition of rabbit meat. *Food Technology and Biotechnology*, 44(1), 65-73.
- Prezioso, G., Piloni, S., Campodoni, G., Paci, G., & Marzoni, M. (1996). Effetto della linea paterna, dell'età di macellazione e del sesso su alcune caratteristiche qualitative della carcassa e della carne di coniglio. *Zoot. Nutr. Anim.*, 22, 39-45.

- Rajkumar, V., Agnihotri, M. K., & Sharma, N. (2004). Quality and shelf-life of vacuum and aerobic packed chevon patties under refrigeration. *Asian-australasian journal of animal sciences*, 17(4), 548-553. <https://doi.org/10.5713/ajas.2004.548>
- Ramón, J., & Rafel, O. (2002). 2000. Diez años de gestión global en España. In Proc.: II Congreso Internacional de Producción y Sanidad Animal. *Expoaviga*. 5-8.
- Research Official Organizations in Spain. (1997). Información Técnica. Anuario 97/98 de la Cunicultura Espana, es un suplementa de la rivista. *Journal du Cunicultura (Spain)*, 34-56.
- Risam, K. S., Das, G. K., & Bhasin, V. (2005). Rabbit for meat and wool production in India: A review. *Indian Journal of Animal Sciences*, 75(3), 365–382.
- Rosell, J. M., & De la Fuente, L. F. (2009). Culling and mortality in breeding rabbits. *Preventive Veterinary Medicine*, 88(2), 120-127. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2008.08.003>
- Santos, J. S., Santos Filho, W. L. G., Maciel, L. G., & Andrade, A. P. S. (2015). Análise sensorial de linguiça frescal com diferentes teores de gordura. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 17(3), 309-315.
- SAS Institute. (2002). User's guide: Statistics. Release 9.1. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- Sindelar, J. J., Prochaska, F., Britt, J., Smith, G. L., Miller, R. K., Templeman, R., & Osburn, W. N. (2003). Strategies to eliminate atypical flavours and aromas in sow loins. I. Optimization of sodium tripolyphosphate, sodium bicarbonate, and injection level. *Meat Science*, 65(4), 1211-1222. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00027-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00027-5)
- Song, D. H., Hwang, Y. J., Ham, Y. K., Ha, J. H., Kim, Y. R., & Kim, H. W. (2020). Meat quality attributes and oxidation stability of loin chops from finishing gilts and cull sows. *Journal of food science and technology*, 57, 3142-3150. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04348-y>
- Suliman, A. M. E., Fadlalmola, S. A., Babiker, A. S. E., Arabi, O. A., & Ibrahim, S. M. (2014). The effect of season, age and preservation on camel meat sausage. *Food and Public Health*, 4(6), 293-300. <https://doi.org/10.5923/j.fph.20140406.06>

- Teixeira, A., Silva, S., Guedes, C., & Rodrigues, S. (2020). Sheep and goat meat processed products quality: A review. *Foods*, 9(7), 960. <https://doi.org/10.3390/foods9070960>
- Utrera, M., Parra, V. & Estévez, M. (2014). Protein oxidation during frozen storage and subsequent processing of different beef muscles. *Meat science*. 96(2), 812-820.
- Vyncke, B. W. (1970). Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fette, Seifen, Anstrichmittel*. 72(12), 1084-1087. <https://doi.org/10.1002/lipi.19700721218>

CAPÍTULO 4 - Efeito do congelamento por até 120 dias sobre as características físico-químicas de hambúrgueres de coelhas da linhagem Botucatu, abatidas em diferentes idade de descarte³

Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito do congelamento por até 120 dias sobre as características físico-químicas e tecnológicas de hambúrgueres produzidos com carne de coelhas da linhagem Botucatu, abatidas em diferentes idades. Para a elaboração dos hambúrgueres foram utilizadas carcaças provenientes de fêmeas de 3, 12 e 24 meses de idade. Avaliou-se a coloração (a^* , b^* e L^*), pH, perda de peso por cocção (PPC), perda de peso por armazenamento (PPA), força de cisalhamento, porcentagem de encolhimento, composição química (umidade, proteína, lipídio e matéria mineral) e oxidação lipídica durante os diferentes tempos de armazenamento (início, 60 e 120 dias) sob congelamento (-20°C). Observou-se que durante o armazenamento houve redução ($P<0,05$) na intensidade de vermelho e aumento ($P<0,05$) da intensidade de amarelo. Foi observado diminuição da maciez ($P<0,05$) conforme aumentava o tempo de armazenamento e a idade da fêmea. Observou-se aumento ($P<0,05$) nos percentuais de lipídio com o avançar do tempo de armazenamento. Os hambúrgueres elaborados com carne de fêmeas mais velhas apresentaram menores ($P<0,05$) valores de oxidação lipídica durante o armazenamento em comparação com os elaborados com carne de fêmeas jovens. A idade da fêmea também afetou ($P<0,05$) a coloração (menor luminosidade e maior avermelhamento conforme aumentava a idade), além de alterar a composição química (maiores percentuais de proteína e menores percentuais de umidade e matéria mineral dos hambúrgueres provenientes de coelhas mais velhas). No entanto, os percentuais de composição química não ultrapassaram os padrões recomendados pela legislação brasileira. Diante dos resultados obtidos, é recomendável a utilização da carne de coelhas de diferentes idades para a elaboração do hambúrgueres.

Palavras chave: armazenamento, carne de coelho, maciez, *Oryctolagus cuniculus*, oxidação lipídica

³ Este capítulo corresponde ao artigo científico submetido à revista *Meat Science* e encontra-se em avaliação para publicação

Introdução

A carne de coelho é considerada de ótima qualidade que apresenta as características procuradas pelo consumidor atual (baixas concentrações de gordura, ácidos graxos saturados, colesterol, sódio e altas concentrações de proteína e potássio), sendo recomendado o seu consumo para pacientes com problemas cardiovasculares e hipertensão (Dalle Zotte, 2002; Hermida et al., 2006; Hernández & Gondret, 2006; Cavani & Petracci, 2008; Corpet, 2011; Wang et al., 2020). No entanto, um dos principais entraves ao consumo da carne de coelho é a limitada variedade de produtos disponíveis no mercado, sendo que a principal forma de venda da carne é a carcaça inteira ou em cortes (Xiccato & Trocino, 2007), sendo o processamento da carne de coelho (maturação, salga e elaboração de processados, por exemplo) um dos principais mecanismos da indústria para aproximá-lo ao consumidor (Alekseeva et al., 2018; Petracci et al., 2018).

A elaboração de produtos processados também é uma forma de poder utilizar carnes que normalmente apresentam uma maior dureza ou são mais opaca, como em carnes provenientes de animais mais velhos (Zapata, 1994; Polak et al., 2006; François et al., 2009; Hoa et al., 2020), sendo uma boa alternativa em sistemas de produção que apresentam alta taxa de reposição em função dos coelhos descartados por idade, como observado nas criações cunículas, com taxas de reposição das fêmeas de até 120 % anual (Marai et al., 2010).

Somado a isso, a indústria de produtos processados preconiza o tempo de armazenamento máximo para cada produto dependendo da natureza e da forma de conservação, com o objetivo de manter suas características físico-químicas e sensoriais estáveis o maior tempo possível. No caso do hambúrguer, é preconizado o tempo de congelamento máximo de 120 dias (USDA, 2011).

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do congelamento por até 120 dias sobre as características físico-químicas e tecnológicas de hambúrgueres produzidos com carne de coelhas da linhagem Botucatu, abatidas em diferentes idade de descarte.

Material e métodos

Localização do experimento

O trabalho foi realizado no Setor de Cunicultura e no Laboratório de Análise de Alimentos de Origem Animal (LaOra) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus Jaboticabal, São Paulo, Brasil (21°08'S, 48°11'W, 583 m altitude), com aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) desta Instituição (protocolo nº 5431/20).

Coleta de amostras e procedimento experimental

Foram utilizados para o experimento 30 coelhos da linhagem Botucatu, de mesma procedência e que passaram pelas mesmas condições de manejo, distribuídos em 3 grupos experimentais (T1: coelhas jovens de 3 meses de idade; T2: coelhas de 12 meses de idade; T3: coelhas de 24 meses de idade), 15 coelhos de cada grupo, os quais foram abatidos em abatedouro comercial de coelhos inspecionado pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF).

Após o abate, as carcaças permaneceram em câmara fria (4°C) por 24 horas e posteriormente colocadas num túnel de congelamento (-18°C). Em seguida foram transportadas em caminhão com controle de temperatura a -18°C até o Laboratório de Análise de Alimentos de Origem Animal (LaOra), no Departamento de Biotecnologia Agropecuária e Ambiental da FCAV/UNESP, Câmpus Jaboticabal, para que fosse realizada a desossa das carcaças.

Após a desossa, foram pesadas separadamente as matérias-primas cárneas assim como os demais ingredientes em balança analítica digital (Tabela 1). A carne de coelho e a pele de frango passaram por uma máquina de moer carne, com um disco de 5 cm.

Tabela 1. Formulação do hambúrguer de coelho (%)

Hambúrguer (%)		
Carne de coelho	81,55	%
Pele de frango	10,00	%
Proteína de soja	3,55	%
Água	2,00	%
Sal	1,50	%
Antioxidante	1,00	%
Pasta de alho	0,30	%
Pimenta do reino moída	0,10	%
Total	100,00	%

As massas do hambúrguer passaram pelo processo de homogeneização, foram misturadas em bacia rotativa, por 10 minutos, sendo retiradas deste equipamento com temperaturas inferiores a 14°C.

A massa resultante da etapa anterior foi separada em porções de 100 g e posteriormente moldada em formas de 11,2 cm. O produto foi congelado a -20°C. Foram elaboradas 10 repetições por tratamento, cada repetição composta por uma embalagem plástica, contendo 3 hambúrgueres.

Parte das amostras (n=10 repetições de coelhas de 3 meses de idade; n=10 repetições de coelhas de 12 meses de idade; n=10 repetições de coelhas de 24 meses de idade) foram avaliadas no dia 0 (Início) e, posteriormente, ao final de cada tempo de congelamento proposto (60 e 120 dias). Foram realizadas as análises físico-químicas nos hambúrgueres elaborados com carne de coelhas de diferentes idades (n=10) após o descongelamento em refrigeração (4°C) em incubadora B.O.D (Eletrolab EL101/3 116 250W, Eletrolab, São Paulo, SP, Brasil), sendo os 120 dias o tempo máximo recomendado para a utilização de hambúrguer conservado sob congelamento (USDA, 2011).

Análises físico-químicas

Cor

Foi utilizado um Minolta Chrome Meter modelo CR-400, que utiliza o sistema CIELAB (CIE, 1976), com escala L*, a*, b*, do sistema CIELab, com iluminante D65, ângulo de observação de 10° e abertura de célula com 30 mm, as medições foram aferidas na superfície do hambúrguer em triplicata.

pH, perda de peso por cocção (PPC), porcentagem de encolhimento (PE), perda de peso por armazenamento (PPA) e força de cisalhamento

O pH foi determinado em triplicata mediante a utilização de um peagâmetro digital da marca Testo modelo 205, por meio da inserção do eletrodo no hambúrguer.

A perda de peso por cocção do hambúrguer (PPC) foi determinado mediante a utilização da metodologia descrita por Mello et al. (2017), os hambúrgueres ainda congelados foram pesados numa balança analítica. Posteriormente, os produtos foram grelhados por 12 minutos em grill elétrico (George Foreman GBZ80, Lake City, FL, USA), ainda congelados, por 6 min/superfície. Após o resfriamento, em temperatura ambiente, foram novamente pesados para determinação da PPC, expressa em porcentagem, de acordo com o cálculo: $(\text{Peso inicial} - \text{Peso final}) \times 100 / \text{Peso inicial}$.

A porcentagem de encolhimento (PE) do hambúrguer foi avaliada mediante a medição do diâmetro do hambúrguer ainda congelado da seção transversal do mesmo em três regiões distintas, utilizando-se um paquímetro digital, em triplicata. Após a cocção, o diâmetro foi novamente determinado, expresso em porcentagem (%).

$$\text{PE (\%)} = (\text{Área inicial} - \text{Área final}) \times 100 / \text{Área inicial}.$$

A perda de peso por armazenamento (PPA) foi avaliada mediante a diferença existente entre o peso inicial (g) do hambúrguer no tempo 0 e o peso do hambúrguer descongelado (g), expresso em porcentagem (%).

PPA (%) = (Peso inicial - Peso final) x 100 / Peso inicial.

A maciez foi avaliada mediante a utilização de um texturômetro (TAXT2i, Stable Micro Systems), com o dispositivo Warner Bratzler, os valores foram expressos em Kgf/cm².

Composição química e oxidação lipídica

A composição química foi determinada através das análises de percentual de umidade (método 950.46), proteína (método 977.14) e cinzas (método 920.153), conforme procedimentos preconizados pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2011), e concentração de lipídios totais (Bligh e Dyer, 1959).

A oxidação lipídica foi determinada pelo teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), seguindo a metodologia descrita por Vyncke et al. (1970).

Análise estatística

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3 (idade x tempo de armazenamento), sendo composto por coelhas de três idades (3, 12 e 24 meses) vs três tempos de armazenamento (início, 60 e 120 dias), com 10 repetições cada tratamento.

Os dados foram analisados pelo Proc GLM do Statistical Analysis System (SAS, 2002). Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste Tukey com significância definida em $P < 0,05$.

Resultados e discussão

Não houve interação ($P > 0,05$) entre a idade da coelha e o tempo de armazenamento nos parâmetros de luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*) de hambúrgueres elaborados com carne proveniente de

coelhas Botucatu de diferentes idades armazenados (-18°C) por até 120 dias (Tabela 2).

Tabela 2. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*), intensidade de amarelo (b^*) de hambúrgueres elaborados com carne proveniente de coelhas Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenados (-18°C) por até 120 dias.

	L^*	a^*	b^*
<i>Idade da coelha (I)</i>			
3 meses	71,68 $\pm$ 0,24 ^A	5,48 $\pm$ 0,08 ^B	10,81 $\pm$ 0,29
12 meses	70,86 $\pm$ 0,24 ^{AB}	5,80 $\pm$ 0,08 ^A	10,78 $\pm$ 0,29
24 meses	70,76 $\pm$ 0,24 ^B	5,76 $\pm$ 0,08 ^A	11,09 $\pm$ 0,28
<i>Tempo de armazenamento (T)</i>			
Início	71,58 $\pm$ 0,24	5,80 $\pm$ 0,08 ^A	9,98 $\pm$ 0,28 ^B
60 dias	70,96 $\pm$ 0,24	5,54 $\pm$ 0,08 ^B	11,73 $\pm$ 0,29 ^A
120 dias	70,76 $\pm$ 0,24	5,71 $\pm$ 0,08 ^{AB}	10,98 $\pm$ 0,28 ^A
<i>P-valor</i>			
P (I)	0,021	0,007	0,691
P (T)	0,053	0,049	<0,001
P (I x T)	0,801	0,379	0,126

^{A-B} Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A idade da fêmea influenciou na coloração dos hambúrgueres, em que hambúrgueres elaborados com carne de coelhas mais velhas (24 meses de idade) apresentaram menor (P<0,05) luminosidade (L^*) (70,76) quando comparadas com os valores encontrados em hambúrgueres de coelhas jovens (3 meses de idade) (71,68), possivelmente relacionado com valores de pH mais próximos ao ponto isoelétrico (5,3), ocasionando o enfraquecimento da união entre as moléculas de proteína e as de água provocando uma diminuição (P<0,05) nos percentuais de umidade presentes nos hambúrgueres elaborados com carne de coelhos mais velhos neste trabalho, pois a quantidade de água presente no hambúrguer é um dos principais fatores que influencia a luminosidade (Sánchez-Rodrigues et al., 2001), observando-se o mesmo resultado na carne *in natura* com relação a idade em coelhos (Polak et al., 2006), assim como em outras espécies como os ovinos (de Leon Rota et al., 2006).

Os hambúrgueres elaborados com carne de coelhas adultas (12 e 24 meses de idade) apresentaram (5,80 e 5,76, respectivamente) maiores ($P=0,007$) valores de a^* quando comparadas com os hambúrgueres elaborados com carne de coelha jovem (3 meses de idade) (5,48), isso pode estar relacionado ao fato que geralmente conforme aumenta a idade do animal, acontece um aumento nas concentrações de mioglobina no músculo (Gardner et al., 2017; Song et al., 2020).

O tempo de armazenamento promoveu a diminuição ($P=0,049$) dos valores de a^* , possivelmente devido ao aumento nos valores de oxidação lipídica no hambúrguer, aumentando as concentrações de radicais livres, pois esse tipo de oxidação está relacionado com a oxidação dos pigmentos do produto, como a mioglobina, formando-se a metamioglobina (Hashemi Gahruie et al., 2017; Özer & Secen, 2018; Abhijith et al., 2021).

O tempo de armazenamento favoreceu o aumento ($P=0,001$) nos valores de b^* , em que as amostras congeladas por 60 e 120 dias apresentaram maiores valores de b^* (11,73 e 9,78 respectivamente) quando comparadas com os hambúrgueres refrigerados (Início) (9,98). Esses resultados foram observados em outros trabalhos possivelmente devido a maior presença da coloração parda, devido aos processos de oxidação da mioglobina, transformando-se em metamioglobina (Mancini & Hunt, 2005; Oliveira et al., 2016).

Não houve interação ($P>0,05$) entre a idade da coelha e o tempo de armazenamento no perda de peso por cocção (PPC), porcentagem de encolhimento (PE) e perda de peso por armazenamento (PPA) de hambúrgueres elaborados com carne proveniente de coelhas Botucatu de diferentes idades armazenados (-18°C) por até 120 dias (Tabela 3).

Tabela 3. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de perda de peso por cocção (PPC), porcentagem de encolhimento (PE) e perda de peso por armazenamento (PPA) de hambúrgueres elaborados com carne proveniente de coelhas Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenados (-18°C) por até 120 dias.

	PPC (%)	PE (%)	PPA (%)
<i>Idade da coelha (I)</i>			
3 meses	43,70 $\pm$ 0,35 ^A	34,48 $\pm$ 0,87	10,42 $\pm$ 0,22 ^A
12 meses	42,02 $\pm$ 0,32 ^B	34,78 $\pm$ 0,81	9,34 $\pm$ 0,24 ^B
24 meses	42,05 $\pm$ 0,34 ^B	36,16 $\pm$ 0,81	10,40 $\pm$ 0,24 ^A
<i>Tempo de armazenamento (T)</i>			
Início	43,10 $\pm$ 0,35	36,10 $\pm$ 0,84	-
60 dias	42,37 $\pm$ 0,34	34,49 $\pm$ 0,81	10,27 $\pm$ 0,18
120 dias	42,35 $\pm$ 0,32	34,83 $\pm$ 0,84	9,84 $\pm$ 0,18
<i>P-valor</i>			
P (I)	0,001	0,322	0,001
P (T)	0,233	0,368	0,114
P (I $\times$ T)	0,103	0,151	0,103

^{A-B} Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Não houve efeito ($P > 0,05$) do armazenamento na perda de peso por cocção, porcentagem de encolhimento do hambúrguer e nas perdas de peso por armazenamento.

Os hambúrgueres elaborados com carne de coelhas mais velhas (12 e 24 meses de idade) apresentaram menores ($P = 0,001$) perdas por cocção (42,02% e 42,05%, respectivamente) quando comparadas com os hambúrgueres elaborados com carne de coelhas jovens (3 meses de idade) (43,75%), isso pode estar relacionado com as características tecnológicas intrínsecas da carne *in natura*, observando-se que em algumas espécies, a carne provenientes de animais mais velhos apresentaram menores valores de PPC (Hoa et al., 2020).

A porcentagem de encolhimento do hambúrguer não foi influenciado pela idade da coelha ($P > 0,05$) o que é interessante do ponto de vista tecnológico a utilização da carne de matrizes, sendo um indicador importante de qualidade do hambúrguer (Moghtadaei et al., 2018), pois maior desnaturação das proteínas promoveria maior perda de água durante o cocção, perdendo maior massa e diminuindo o diâmetro do hambúrguer cozido (Heydari et al., 2016).

Com relação a perda de peso por armazenamento foi observado que os hambúrgueres elaborados com carne de coelhas de 12 meses de idade (9,34%) apresentaram menores ($P=0,001$) perdas quando comparadas com os hambúrgueres elaborados com carne de coelhas jovens (3 meses de idade) (10,42%) e as coelhas de 24 meses de idade (10,40%), que é de grande importância, porque a perda da água presente no hambúrguer durante o congelamento pode influenciar nas outras características (maciez, coloração, sabor etc.) (Campañone et al., 2001).

Houve interação ($P<0,05$) entre a idade da coelha e o tempo de armazenamento no pH e na força de cisalhamento (FC) de hambúrguer elaborado com carne proveniente de coelhas Botucatu de diferentes idades armazenados (-18°C) por até 120 dias (Tabela 4).

Tabela 4. Médias ($\pm$ EPM) da interação dos valores de pH e força de cisalhamento (FC) de hambúrgueres elaborados com carne proveniente de coelhas Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenados (-18°C) por até 120 dias.

Tempo de armazenamento (T) (n=10)	Idade da coelha (I) (n=10)			P-valor	
	3 meses	12 meses	24 meses		
pH					
Início	4,68± 0,01 ^{Bab}	4,66± 0,01 ^{Bb}	4,69± 0,01 ^{Aa}	P (I)	<0,001
60 dias	4,73± 0,01 ^{Aa}	4,70± 0,01 ^{Ab}	4,70± 0,01 ^{Ab}	P (T)	0,008
120 dias	4,68± 0,01 ^{Ba}	4,68± 0,01 ^{Ba}	4,69± 0,01 ^{Aa}	P(IxT)	0,008
Força de cisalhamento (Kgf/cm²)					
Início	0,83± 0,07 ^{Aa}	1,01± 0,07 ^{Aa}	0,99± 0,08 ^{Ba}	P (I)	0,294
60 dias	0,96± 0,08 ^{Ab}	0,87± 0,07 ^{Ab}	1,05± 0,08 ^{Aa}	P (T)	0,001
120 dias	0,84± 0,08 ^{Ab}	0,96± 0,07 ^{Ab}	1,32± 0,08 ^{Aa}	P(IxT)	0,044

A-B, a-b Médias seguidas por letras distintas nas colunas (maiúsculas) e nas linhas (minúsculas) diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

Os valores de pH foram maiores ($P=0,008$) nos hambúrgueres elaborados com a carne de coelhas de 3 meses de idade em comparação com a carne proveniente das coelhas mais velhas (12 e 24 meses de idade), o que pode ser causado pelo fato, que as carnes provenientes das coelhas mais velhas apresentam normalmente valores de pH inferiores quando comparadas com coelhos jovens (Cavani et al., 2000), pois devido ao fato da carne de coelhas adultas apresentar maiores reservas

energéticas quando comparadas com animais jovens, ocasiona que uma vez elas são abatidas, durante processo de rigor mortis, o musculo dessa carnes vai produzir maiores quantidades de ácido láctico, favorecendo a diminuição dos valores de pH (Barreto, 2014). Considerando que o pH é um indicador da vida útil do hambúrguer, pode se dizer que os valores registrados no presente estudo não ultrapassaram o limite máximo definido para produtos cárneos para poder ser considerado ótimo para consumo humano (7,40) (Trindade et al., 2008; Borella et al., 2019).

Os hambúrgueres elaborados com carne de coelhas de 24 meses foram menos macios ($P < 0,05$) quando comparados com os elaborados com a carne proveniente das fêmeas mais jovens (3 e 12 meses), nas amostras congeladas (60 e 120 dias), possivelmente devido à diminuição das porcentagens de colágeno solúvel na carne conforme aumenta a idade do animal (Song et al., 2020). O tempo de armazenamento aumentou ($P < 0,05$) a dureza do hambúrguer elaborado com carne de fêmeas de 24 meses de idade, esse aumento pode estar relacionado com as perdas de água durante o armazenamento, pois quando um produto cárneo é congelado por muito tempo, acontece o aumento do tamanho dos cristais de gelo formados durante o processo de congelamento, danificando ainda mais a estrutura miofibrilar, sendo eliminadas durante o processo de descongelamento (Fernández et al., 2007), considerando que a água presente no produto exerce grande influência na maciez (Campañone et al., 2001; Candogan & Kolsarici, 2003).

Não houve interação ($P > 0,05$) entre a idade da fêmea e o tempo de armazenamento na proteína, matéria mineral (MM) e lipídio de hambúrgueres elaborados com carne proveniente de coelhas Botucatu de diferentes idades armazenados (-18°C) por até 120 dias (Tabela 5).

Tabela 5. Médias ($\pm$ EPM) dos valores de proteína, matéria mineral (MM) e lipídio de hambúrgueres elaborados com carne proveniente de coelhas Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenados (-18°C) por até 120 dias.

	Proteína (%)	MM (%)	Lipídio (%)
<i>Idade da coelha (I)</i>			
3 meses	21,72 $\pm$ 0,36 ^B	2,21 $\pm$ 0,03 ^A	10,81 $\pm$ 0,29
12 meses	24,04 $\pm$ 0,35 ^A	2,22 $\pm$ 0,03 ^{AB}	10,78 $\pm$ 0,28
24 meses	22,92 $\pm$ 0,36 ^{AB}	2,14 $\pm$ 0,03 ^B	11,09 $\pm$ 0,28
<i>Tempo de armazenamento (T)</i>			
Início	23,41 $\pm$ 0,36	2,18 $\pm$ 0,03	9,98 $\pm$ 0,28 ^B
60 dias	22,84 $\pm$ 0,35	2,24 $\pm$ 0,03	11,73 $\pm$ 0,29 ^A
120 dias	22,43 $\pm$ 0,36	2,21 $\pm$ 0,03	10,98 $\pm$ 0,28 ^A
<i>P-valor</i>			
P (I)	<0,001	0,040	0,691
P (T)	0,163	0,486	<0,001
P (I $\times$ T)	0,747	0,524	0,126

^{A-B} Médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

De acordo com o regulamento técnico de identidade e qualidade do hambúrguer (Brasil, 2022), para que um produto possa ser considerado como hambúrguer, poderá conter no máximo de 25 % de gordura, e um mínimo de 15% de proteína, pode-se observar que os dados obtidos neste experimento, independentemente da idade da coelha e do tempo de armazenamento estão em conformidade com a Instrução Normativa Nº 724 de 23 de dezembro de 2022.

Com relação as concentrações de proteína, não houve efeito do tempo de armazenamento ($P>0,05$) mas sim da idade da coelha, em que os hambúrgueres elaborados com carne de coelhas mais velhas (12 e 24 meses de idade) apresentaram maiores ($P<0,001$) concentrações de proteína (24,04% e 22,92%, respectivamente) quando comparadas com os hambúrgueres elaborados com coelhas jovens (3 meses de idade) (21,72%), resultados similares à literatura, em que conforme o animal vai envelhecendo, acontece a diminuição dos percentuais de umidade da carne, favorecendo a concentração dos outros componentes da composição química, como seria o caso da proteína (Kirton et al., 1970; Madruga et al., 1999).

As concentrações de matéria mineral não foram influenciadas pelo tempo de armazenamento ($P>0,05$) mas sim pela idade da coelha, em que hambúrgueres

elaborados com carne de coelha com 24 meses de idade apresentaram menores ($P<0,04$) concentrações de matéria mineral (2,14%) quando comparadas com os hambúrgueres de coelhas de 3 meses de idade (2,21%), resultados similares foram obtidos em outras espécies como ovinos e caprinos (Kamble et al., 1989; Madruga et al., 1999).

A idade da fêmea não influenciou nas concentrações de lipídios ($P>0,05$), por outro lado, foi observado que as amostras armazenadas apresentaram maiores ($P<0,001$) concentrações de lipídio (11,73% e 10,98% para os hambúrgueres congelados por 60 e 120 dias respectivamente) quando comparadas com os hambúrgueres frescos (9,98%), provavelmente pelo fato que parte dos compostos hidrofílicos foram eliminados com a água na forma de exsudato durante o descongelamento por ação da formação e aumento do tamanho dos cristais de gelo durante o armazenamento, danificando a estrutura proteica do hambúrguer (Chan et al., 2011; Petracci et al., 2015).

Houve interação ($P<0,05$) entre a idade da fêmea e o tempo de armazenamento na umidade e na oxidação lipídica de hambúrgueres elaborados com carne proveniente de coelhas Botucatu de diferentes idades armazenados (-18°C) por até 120 dias (Tabela 6).

Tabela 6. Médias ($\pm$ EPM) da interação dos valores de umidade e oxidação lipídica (TBARS) de hambúrgueres elaborados com carne proveniente de coelhas Botucatu de diferentes idades (3, 12 e 24 meses) armazenados (-18°C) por até 120 dias.

Tempo de armazenamento (T) (n=10)	Idade da coelha (I) (n=10)			P-valor	
	3 meses	12 meses	24 meses		
Umidade (%)					
Início	64,52± 0,15 ^{Aa}	62,97± 0,17 ^{Ab}	63,36± 0,20 ^{Bb}	P (I)	<0,001
60 dias	64,41± 0,15 ^{Aa}	63,29± 0,15 ^{Ab}	64,24± 0,15 ^{Aa}	P (T)	0,029
120 dias	64,13± 0,15 ^{Aa}	63,38± 0,15 ^{Ab}	64,19± 0,15 ^{Aa}	P(IxT)	0,010
TBARS (mg MDA/kg)					
Início	1,06± 0,05 ^{Ba}	0,73± 0,05 ^{Cab}	0,91± 0,05 ^{Bb}	P (I)	<0,001
60 dias	1,55± 0,05 ^{Aa}	0,99± 0,05 ^{Bb}	1,05± 0,05 ^{ABb}	P (T)	<0,001
120 dias	1,49± 0,05 ^{Aa}	1,31± 0,05 ^{Aa}	1,18± 0,05 ^{Aab}	P (IxT)	<0,001

A-C, a-b Médias seguidas por letras distintas nas colunas (maiúsculas) e nas linhas (minúsculas) diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

Hambúrgueres elaborados com carne proveniente de coelhas de 3 meses de idade apresentaram maiores percentuais de umidade quando comparadas com os hambúrgueres de coelhas de 12 meses de idade ($P < 0,01$), mantendo-se esse padrão durante o armazenamento, possivelmente relacionado com os menores percentuais de umidade na carne de coelho conforme aumenta a idade (Hernández et al., 1998; Cavani et al., 2020), e o aumento na deposição de gordura na carcaça conforme o animal vai envelhecendo (François, 2009).

Com relação a oxidação lipídica foi observado que conforme aumentava o tempo de armazenamento, aumentava o nível de oxidação lipídica independente da idade do animal ($P < 0,001$) possivelmente ocasionado pelos processos oxidativos desenvolvidos durante o armazenamento. Esse resultado foi corroborado com outros trabalhos de hambúrgueres armazenados sob congelamento (Özer & Secen, 2018). Lembrando que, o congelamento é um dos processos de conservação dos produtos cárneos mais eficientes, porque preserva por maior tempo possível as características intrínsecas do produtos com alterações mínimas (Hedrick et al., 1989), mas não inibe os processos oxidativos em sua totalidade (de Azevedo Gomes et al., 2003).

Os hambúrgueres elaborados com carne de coelhos jovens (3 meses de idade) já apresentaram maiores níveis de oxidação lipídica inicial (1,06 mg MDA/kg) quando comparadas com os hambúrgueres elaborados com carne de coelhos mais velhos (12 e 24 meses de idade) (0,73 e 0,91 mg MDA/kg, respectivamente), e essa relação manteve-se ao longo do armazenamento, provavelmente porque a carne de animais mais jovens apresentam maiores concentrações de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) quando comparadas com a carne proveniente de animais mais velhos, sendo mais susceptíveis aos processos de oxidação por causa das ligações duplas (Budimir et al., 2018).

No entanto, os níveis de oxidação lipídica registrados neste trabalho durante o armazenamento não ultrapassaram o limite máximo recomendado (2,00 mg MDA/kg) (Campo et al., 2006), o que é relevante para a indústria, porque normalmente quando os produtos cárneos apresentam valores de oxidação lipídica acima desse valor, começam a apresentar características detectáveis pelo consumidor (sabor e odor rançoso), fazendo que o consumidor rejeite o produto (Hashemi Gahrue et al., 2017).

Conclusões

A qualidade físico-química da hambúrguer de coelho de diferentes idades não é alterada durante o armazenamento sob congelamento por quatro meses e que durante o armazenamento a composição química atendeu à legislação vigente. Diante dos resultados obtidos, é recomendável a utilização da carne de coelhas de diferentes idades para a elaboração do hambúrgueres.

Referências

- Abhijith, A., Warner, R. D., Ha, M., Dunshea, F. R., Leury, B. J., Zhang, M., Joy, A., Osei-Amponsah, R., & Chauhan, S. S. (2021). Effect of slaughter age and post-mortem days on meat quality of longissimus and semimembranosus muscles of Boer goats. *Meat Science*, 175, 108466. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108466>
- Alekseeva, L. V., Lukyanov, A. A., & Bogdanova, O. V. (2018). Biologically active substance application efficiency for meat rabbit breeding. *EurAsian Journal of BioSciences*, 12(2). 431–435.
- AOAC. (2011). Official methods of analysis. 18th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Washington, DC.
- Barreto, L. D. R. E. (2014). Qualidade do manejo no frigorífico: efeitos no bem-estar Animal e Na qualidade da carcaça e da carne. Jaboticabal, SP. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/113775/000802703.pdf?sequen>
- Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian journal of biochemistry and physiology*, 37(8), 911-917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>
- Borella, T. G., Peccin, M. M., Mazon, J. M., Roman, S. S., Cansian, R. L., & Soares, M. B. A. (2019). Effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) antioxidant in industrial processing of frozen-mixed hambúrguer during shelf life. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(9), e14092. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14092>

- Brasil. Ministério da pecuária e abastecimento – Mapa. Portaria SDA Nº 724, de 23 de dezembro de 2022. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do hambúrguer. Diário Oficial da União, Brasília, p.1-3, 2022.
- Budimir, K., Trombetta, M. F., Francioni, M., Toderi, M., & D'Ottavio, P. (2018). Slaughter performance and carcass and meat quality of Bergamasca light lambs according to slaughter age. *Small Ruminant Research*, 164, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.0>
- Campañone, L. A., Salvadori, V. O., & Mascheroni, R. H. (2001). Weight loss during freezing and storage of unpackaged foods. *Journal of Food Engineering*, 47(2), 69-79. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00101-1](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00101-1)
- Campo, M. M., Nute, G. R., Hughes, S. I., Enser, M., Wood, J. D., & Richardson, R. I. (2006). Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science*, 72(2), 303-311. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.07.015>
- Candogan, K., & Kolsarici, N. (2003). Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin. *Meat Science*, 64(2), 207-214. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00182-1](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00182-1)
- Cavani, C., Bianchi, M., Lazzaroni, C., Luzi, F., Minelli, G., & Petracci, M. (2000). Influence of type of rearing, slaughter age and sex on fattening rabbit: II. Meat quality. *World Rabbit Sci*, 8, 567-572.
- Cavani, C., & Petracci, M. (2008). Qualità della carne di coniglio. Avicoltura e Coniglicoltura. *Point Veterinaire Italie*, 503-517.
- Chan, J. T., Omana, D. A., & Betti, M. (2011). Effect of ultimate pH and freezing on the biochemical properties of proteins in turkey breast meat. *Food Chemistry*, 127(1), 109-117. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2010.12.095>
- Corpet, D. E. (2011). Red meat and colon cancer: should we become vegetarians, or can we make meat safer?. *Meat science*, 89(3), 310-316. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.009>
- Dalle Zotte, A. (2002). Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock production science*, 75(1), 11-32. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00308-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00308-6)

- de Azevedo Gomes, H., Da Silva, E. N., do Nascimento, M. R. L., & Fukuma, H. T. (2003). Evaluation of the 2-thiobarbituric acid method for the measurement of lipid oxidation in mechanically deboned gamma irradiated chicken meat. *Food chemistry*, 80(3), 433-437. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00499-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00499-5)
- de Leon Rota, E., Osório, M. T. M., da Silveira Osório, J. C., de Oliveira, M. M., Wiegand, M. M., de Mendonça, G., ... & Gonçalves, M. (2006). Influência da castração e da idade de abate sobre as características subjetivas e instrumentais da carne de cordeiros Corriedale. *R. Bras. Zootec*, 35(6), 2397-2405.
- Fernández, P. P., Sanz, P. D., Molina-García, A. D., Otero, L., Guignon, B., & Vaudagna S. R. (2007). Conventional freezing plus high pressure-low temperature treatment: Physical properties, microbial quality, and storage stability of beef meat. *Meat Science* 77, 616-625.
- François, P. (2009). Desempenho, características de carcaça e a utilização da carne de ovelhas de descarte terminadas em pastagem cultivada na elaboração de embutido fermentado. Dissertação (mestrado em produção animal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS.
- François, P., Pires, C. C., Griebler, L., François, T., Soriano, V. S., & Galvani, D. B. (2009). Propriedades físico-químicas e sensoriais de embutidos fermentados formulados com diferentes proporções de carne suína e de ovelhas de descarte. *Ciência Rural*, 39, 2584-2589. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000900031>
- Gardner, G. E., Hopkins, D. L., Greenwood, P. L., Cake, M. A., Boyce, M. D., & Pethick, D. W. (2007). Sheep genotype, age and muscle type affect the 346 expression of metabolic enzyme markers. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 47(10), 1180-1189. <https://doi.org/10.1071/EA07093>
- Hashemi Gahruie, H., Hosseini, S. M. H., Taghavifard, M. H., Eskandari, M. H., Golmakani, M. T., & Shad, E. (2017). Lipid oxidation, color changes, and microbiological quality of frozen beef burgers incorporated with shirazi thyme, cinnamon, and rosemary extracts. *Journal of Food Quality*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/6350156>

- Hedrick, H. B., Aberle, E. D., Forrest, J. C., Judge, M. D., & Merkel, R. A. (1989). *Principles of Meat Science*. 3^a ed. Iowa: Kendall/Hunt Publishing.
- Hermida, M., Gonzalez, M., Miranda, M., & Rodríguez-Otero, J. L. (2006). Mineral analysis in rabbit meat from Galicia (NW Spain). *Meat Science*, 73(4), 635-639. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.03.004>
- Hernández, P., & Gondret, F. (2006). Rabbit meat quality. In: L. Maertens, P. Coudert (eds.) *Recent Advances in Rabbit Sciences*. ILVO, Melle Belgium, 269-290.
- Hernández, P., Pla, M., & Blasco, A. J. L. P. S. (1998). Carcass characteristics and meat quality of rabbit lines selected for different objectives: II. Relationships between meat characteristics. *Livestock Production Science*, 54(2), 125-131. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(97\)00178-4](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(97)00178-4)
- Heydari, F., Varidi, M. J., Varidi, M., & Mohebbi, M. (2016). Study on quality characteristics of camel burger and evaluating its stability during frozen storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 10, 148-155. <https://doi.org/10.1007/s11694-015-9288-6>
- Hoa, V. B., Cho, S. H., Seong, P. N., Kang, S. M., Kim, Y. S., Moon, S. S., Choi, Y. M., Kim, J. H., & Seol, K. H. (2020). Quality characteristics, fatty acid profiles, flavor compounds and eating quality of cull sow meat in comparison with commercial pork. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33(4), 640. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0262>
- Kamble, V. J., Bonde, H. S., Kulkarni, K. D., & Kulkarni, D. N. (1989). Quality aspect of Osmanabadi goat meat. *Journal of food science and technology (Mysore)*, 26(2), 99-101.
- Kirton, A. H. (1970). Body and carcass composition and meat quality of the New Zealand Feral goat. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 13(1), 167-181. <https://doi.org/10.1080/00288233.1970.10421206>
- Madruga, M. S., Arruda, S. G. B., Araújo, E. M., Andrade, L. T., Nascimento, J. C., & Costa, R. G. (1999). Efeito da idade de abate no valor nutritivo e sensorial da carne caprina de animais mestiços. *Food Science and Technology*, 19, 374-379. <https://doi.org/10.1590/S0101-20611999000300014>
- Mancini, R. A., & Hunt, M. (2005). Current research in meat color. *Meat science*, 71(1), 100-121. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.003>

- Marai, I. F., Askar, A. A., McKroskey, R. A., & Tena, E. (2010). Replacement in rabbit herds. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(3), 431-444.
- Mello, J. L. M., Souza, R. A., Ferrari, F. B., Giampietro-Ganeco, A., Souza, P. A., & Borba, H. (2017). Effects of aging on characteristics of breast meat from free-range broiler hens at 12 or 70 weeks of age. *Animal Production Science*, 58(9), 1726-1734. <https://doi.org/10.1071/AN16523>
- Moghtadaei, M., Soltanizadeh, N., & Goli, S. A. H. (2018). Production of sesame oil oleogels based on beeswax and application as partial substitutes of animal fat in beef burger. *Food Research International*, 108, 368-377. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.051>
- Oliveira, R. B. S. D., Lucia, F. D., Ferreira, E. B., Oliveira, R. M. E. D., Pimenta, C. J., & Pimenta, M. E. D. S. G. (2016). Quality of beef burger with addition of wet okara along the storage. *Ciência e Agrotecnologia*, 40, 706-717. <https://doi.org/10.1590/1413-70542016406005816>
- Özer, C. O., & Secen, S. M. (2018). Effects of quinoa flour on lipid and protein oxidation in raw and cooked beef burger during long term frozen storage. *Food Science and Technology*, 38, 221-227. <https://doi.org/10.1590/fst.36417>
- Petracci, M., Mudalal, S., Soglia, F., & Cavani, C. (2015). Meat quality in fast-growing broiler chickens. *World's Poultry Science Journal*, 71(2), 363-374. <https://doi.org/10.1017/S0043933915000367>
- Petracci, M., Soglia, F., & Leroy, F. (2018). Rabbit meat in need of a hat-trick: From tradition to innovation (and back). *Meat science*, 146, 93-100. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.08.003>
- Polak, T., Gašperlin, L., Rajar, A., & Žlender, B. (2006). Influence of genotype lines, age at slaughter and sexes on the composition of rabbit meat. *Food Technology and Biotechnology*, 44(1), 65-73.
- Sánchez-Rodríguez, M. E., Pérez Alvarez, J. A., Alonso Mateos, A., de la Gandara Merino, J. M., Sayas Barbera, M. E., & Fernández López, J. (2001). Parámetros de color del Jamón Ibérico de Bellota DO Guijuelo al final del periodo de maduración. *Alimentaria*, (321), 33-39.
- SAS Institute. 2002. User's guide: Statistics. Release 9.1. SAS Institute Inc, Cary, NC.

- Song, D. H., Hwang, Y. J., Ham, Y. K., Ha, J. H., Kim, Y. R., & Kim, H. W. (2020). Meat quality attributes and oxidation stability of loin chops from finishing gilts and cull sows. *Journal of food science and technology*, 57, 3142-3150. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04348-y>
- Trindade, M. A., Nunes, T. P., Contreras-Castillo, C. J., & Felício, P. E. (2008). Oxidative and microbiological stability of mechanically separated hen meat preblended with antioxidants during frozen storage. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28(1), 160–168. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000100023>
- USDA (2011), Food Safety for Hambúrguers and Tailgating <https://www.usda.gov/media/blog/2011/09/09/food-safety-hambúrguers-and-tailgating#:~:text=If%20refrigerated%2C%20keep%20at%2040,if%20used%20within%204%20months>. Acesso 10 de maio do 2023.
- Vyncke, B. W. (1970). Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fette, Seifen, Anstrichmittel*, 72(12), 1084-1087. <https://doi.org/10.1002/lipi.19700721218>
- Wang, Z., He, Z., Zhang, D., Li, H., & Wang, Z. (2020). Using oxidation kinetic models to predict the quality indices of rabbit meat under different storage temperatures. *Meat science*, 162, 108042. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108042>
- Xiccato, G., & Trocino, A., 2007. Italia, un sistema de producción cunícula integrada, In: Proceedings II Congreso Ibérico de Cunicultura, Vila Real, Portugal, 163-172.
- Zapata, J. F. F. (1994). Tecnologia e comercialização da carne ovina. Semana da Caprinocultura e da Ovinocultura Tropical Brasileira. Sobral. Anais... Brasília: EMBRAPA-SPI, 115-128.