

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 28/01/2017.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DA CARNE DE
PEITO DE AVES DE DIFERENTES IDADES SUBMETIDA À
MATURAÇÃO**

Juliana Lolli Malagoli de Mello
Zootecnista

2016

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DA CARNE DE
PEITO DE AVES DE DIFERENTES IDADES SUBMETIDA À
MATURAÇÃO**

Juliana Lolli Malagoli de Mello

Orientador: Profa. Dra. Hirasilva Borba

Coorientador: Prof. Dr. Pedro Alves de Souza

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

2016

M527c Mello, Juliana Lolli Malagoli de
Caracterização física e química da carne de peito de aves de diferentes idades submetida à maturação / Juliana Lolli Malagoli de Mello. -- Jaboticabal, 2016
xiv, 71 f. : il. ; 28 cm

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016

Orientadora: Hirasilva Borba

Banca examinadora: Marco Antonio Trindade, Cecília Maria Costa do Amaral, Lizandra Amoroso, Silvana Martinez Baraldi Artoni

Bibliografia

1. Ácidos graxos. 2. Armazenamento. 3. Frango de corte. 4. Galinha matriz. 5. Maciez. 6. Qualidade de carne. I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.5:636.087

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JULIANA LOLLI MALAGOLI DE MELLO – Nasceu no município de São Paulo, Estado de São Paulo, no dia 06 de setembro de 1985. Em março de 2004 iniciou o curso de Graduação em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – FCAT/UNESP – Campus Dracena, São Paulo, graduando-se em dezembro de 2008. Em março de 2010 iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia (mestrado), com área de concentração em Produção Animal e ênfase em Tecnologia dos Produtos de Origem Animal pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP – Campus Jaboticabal, São Paulo, durante o qual foi bolsista pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), submetendo-se à defesa da dissertação de mestrado em fevereiro de 2012. Em março de 2012 iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia pela mesma instituição, também com ênfase em Tecnologia dos Produtos de Origem Animal, durante o qual foi bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). No período de novembro de 2014 a junho de 2015 realizou estágio no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade de Copenhague, Dinamarca, como participante do Programa Doutorado Sanduíche no Exterior.

“Você nasceu no lar que precisava nascer, vestiu o corpo físico que merecia, mora onde melhor Deus te proporcionou, de acordo com o teu adiantamento. Você possui os recursos financeiros coerentes com tuas necessidades... nem mais, nem menos, mas o justo para as tuas lutas terrenas. Seu ambiente de trabalho é o que você elegeu espontaneamente para a sua realização. Teus parentes e amigos são as almas que você mesmo atraiu, com tua própria afinidade. Portanto, teu destino está constantemente sob teu controle. Você escolhe, recolhe, elege, atrai, busca, expulsa, modifica tudo aquilo que te rodeia a existência. Teus pensamentos e vontades são a chave de teus atos e atitudes. São as fontes de atração e repulsão na jornada da tua vivência. Não reclame, nem se faça de vítima. Antes de tudo, analisa e observa. A mudança está em tuas mãos. Reprograma tua meta, busca o bem e você viverá melhor. Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim.”

Chico Xavier

Aos meus pais

Luiz Roberto Malagoli de Mello e Nilva Lolli Malagoli de Mello

*pelo incentivo, pela confiança em mim depositada em mais esta etapa
da minha vida e por todo o amor.*

Ao meu irmão

Luiz Roberto Malagoli de Mello Filho

Às minhas filhas peludas

Sol e Filó

DEDICO

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A **Deus**, por ter me orientado em minha escolha, por ter me dado saúde para colocá-la em prática e por não me deixar desistir diante de todos os obstáculos que surgiram.

À minha orientadora

Profa. Dra. Hrasilva Borba

Agradeço pela confiança em mim depositada e por sua amizade.

Ao meu coorientador

Prof. Dr. Pedro Alves de Souza

Pela ajuda durante o doutorado e desenvolvimento deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A toda a equipe do Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da FCAV/UNESP e aos estagiários que passaram pelo Laboratório durante estes quatro anos. Sem a ajuda de vocês este trabalho não teria sido realizado.

Aos amigos Mariana Piatto Berton, Ana Beatriz Bertoncello Rodrigues, Rodrigo Alves de Souza, Leonardo Borba, Fábio Borba Ferrari e Thiago Alves de Souza pela amizade, paciência e momentos de descontração e descanso. Vocês foram fundamentais para que este trabalho fosse concretizado.

À Carolina Cardoso Nagib Nascimento pela amizade, companheirismo e por toda a ajuda durante a nossa estadia em Copenhague.

À Tânia Mara Azevedo de Lima, minha mãe de coração, por cada palavra de incentivo, carinho e pela imensa ajuda (pessoal e profissional) ao longo desta caminhada.

Aos docentes Dra. Isabel Cristina Boleli, Dra. Lizandra Amoroso, Dra. Maria Regina Barbieri de Carvalho e Dr. Oswaldo Durival Rossi Junior pela participação no exame de qualificação. Obrigada pelas sugestões.

Aos docentes Dra. Cecilia Maria Costa do Amaral, Dra. Lizandra Amoroso, Dr. Marco Antonio Trindade e Dra. Silvana Martinez Baraldi Artoni pela participação na defesa de tese. Obrigada pela contribuição.

Aos pesquisadores Dr. Anders Hans Karlsson e Dr. Jorge Ruiz Carrascal, do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade de Copenhague na Dinamarca, pela oportunidade de trabalharmos juntos durante o meu Doutorado Sanduíche no Exterior.

Aos funcionários do Departamento de Tecnologia da FCAV/UNESP e aos motoristas da FCAV/UNESP que me acompanharam nas viagens para coleta de material.

À FAPESP pelo auxílio à pesquisa e bolsa de estudos concedidos (Processos 2011/21681-0 e 2012/08787-7) e à CAPES pela bolsa de estudos “Doutorado Sanduíche no Exterior”.

OBRIGADA!

SUMÁRIO

	Página
Resumo.....	x
Abstract.....	xi
Lista de abreviaturas.....	xii
Lista de Tabelas – Capítulo 2.....	xiii
Lista de Tabelas – Capítulo 3.....	xiv
 CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	 1
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	2
REFERÊNCIAS.....	17
 CAPÍTULO 2 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA CARNE DE PEITO DE MATRIZES PESADAS DE CORTE MATURADA POR SETE DIAS.....	 26
RESUMO.....	27
ABSTRACT.....	27
INTRODUÇÃO.....	28
MATERIAL E MÉTODOS.....	29
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIAS.....	44
 CAPÍTULO 3 - ALTERAÇÕES PROMOVIDAS PELA MATURAÇÃO EM CARNE DE PEITO DE FRANGOS DE DUAS LINHAGENS COMERCIAIS.....	 49
RESUMO.....	50
ABSTRACT.....	50
INTRODUÇÃO.....	51
MATERIAL E MÉTODOS.....	52
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
CONCLUSÃO.....	67
REFERÊNCIAS.....	67

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DA CARNE DE PEITO DE AVES DE DIFERENTES IDADES SUBMETIDA À MATURAÇÃO

RESUMO – Este estudo propôs avaliar diferenças entre carne de peito de matrizes e de frangos de corte com relação à qualidade, composição química e perfil de ácidos graxos e quais os possíveis efeitos da maturação na qualidade dos filés. Propôs também avaliar diferenças entre carne de peito de frangos de diferentes linhagens e de que maneira a maturação pode contribuir para que um produto de melhor qualidade seja oferecido ao consumidor. O Capítulo 1 aborda considerações gerais e revisão de literatura sobre o tema proposto. No Capítulo 2, foi avaliada a influência da idade da ave e o efeito da maturação sobre as propriedades físicas, atributos relacionados à maciez, composição química e o perfil lipídico da carne de peito de aves de corte abatidas com seis e 70 semanas de idade. Concluiu-se que o uso da carne de aves em idade de descarte como matéria-prima pode ser benéfico à indústria, pois apresenta mais gordura e menos colesterol, maior capacidade de reter água intracelular e menor perda durante o cozimento; que a menor concentração de ácidos graxos poli-insaturados faz com que a carne de aves em idade de descarte seja menos susceptível à oxidação lipídica; que maturar filés de peito durante três dias é suficiente para promover o amaciamento e reduzir a quantidade de gordura e de colesterol; e que a maturação pode, portanto, ser utilizada como técnica para agregar valor e diferenciar os produtos cárneos a base de frango. No Capítulo 3, foi avaliado o efeito da maturação sobre as características físicas e químicas da carne de peito de frangos das linhagens Cobb 500 e Label Rouge, abatidos aos 42 e 85 dias de idade, respectivamente. Concluiu-se que embora seja menos macia, a carne de frangos Label Rouge apresenta maior capacidade de reter a água intracelular, menor produção de exsudato e, possivelmente menor perda nutricional durante o armazenamento. Apresenta maior concentração de colesterol, mas em contrapartida possui maior concentração de PUFA, que são benéficos à saúde humana. O processo de maturação aumenta a maciez da carne de peito e promove a redução da concentração de colesterol e da quantidade de gordura.

Palavras-chave: ácidos graxos, armazenamento, frango de corte, galinha matriz, maciez, qualidade de carne

PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERIZATION OF BREAST MEAT FROM POULTRY OF DIFFERENT AGE SUBMITTED TO AGING PROCESS

ABSTRACT – The aim of this research was to evaluate the differences between breast meat from spent hens and broilers, related to quality, chemical composition and fatty acids profile, and what are the possible effects of aging process on the quality of the fillets. The aim was also evaluating the differences between breast meat from broilers of different strains and how the aging process may contribute to the improvement of products offered to the consumers. Chapter 1 deals with general considerations and a review about the subject. In chapter 2 was evaluated the influence of the bird's age and the effect of aging on physical properties, attributes related to the softness, chemical composition and lipid profile of breast meat from broilers slaughtered at 6 and 70-w-old. It concludes that use of spent hen breast meat as a raw material may be beneficial to the industry because it has more fat and less cholesterol, higher intracellular water holding capacity and lower cooking loss; that the lower concentration of polyunsaturated fatty acids makes the meat from spent hens is less susceptible to the lipid oxidation; that the aging of breast fillets for three days is enough to cause softening and reducing the amount of fat and cholesterol; and that the aging process can therefore be used as a technique to add value and differentiate chicken meat products. In Chapter 3 was evaluated the effect of aging on the physical and chemical characteristics of breast meat from Cobb 500 and Label Rouge broilers, slaughtered at 42 and 85-d-old, respectively. In conclusion, although it is less tender, the meat from Label Rouge broilers has higher capacity to hold the intracellular water, produce less exudate and, possibly, shows lower nutritional loss during storage. It has higher concentration of cholesterol but, in contrast, has a higher concentration of PUFA, which are beneficial to human health. The aging process increases the softness of breast meat and promotes the reduction of cholesterol concentration and the amount of fat.

Keywords: broiler, fatty acids, meat quality, softness, spent hen, storage

LISTA DE ABREVIATURAS

a*	Intensidade de vermelho
b*	Intensidade de amarelo
L*	Luminosidade
ALA	Ácido linolênico
BOD	Demanda bioquímica de oxigênio
CRA	Capacidade de retenção de água
DHA	Ácido docosaheptaenóico
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
EPA	Ácido eicosapentaenóico
FC	Força de cisalhamento
kgf	Quilograma força
IFM	Índice de fragmentação miofibrilar
MDA	Malonaldeído
MUFA	Ácidos graxos monoinsaturados
PPA	Perda de peso por armazenamento
PPC	Perda de peso por cozimento
PS	Proteína solúvel no exsudato
PUFA	Ácidos graxos poli-insaturados
SIF	Serviço de inspeção federal
TBARS	Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico
ton	Tonelada
VE	Volume de exsudato

LISTA DE TABELAS – CAPÍTULO 2

	Página
Tabela 1. Luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e de amarelo (b^*), pH e capacidade de retenção de água (CRA) da carne de peito de aves de diferentes idades durante o processo de maturação.....	33
Tabela 2. Desdobramento da interação entre idade e dias de maturação para as variáveis luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e de amarelo (b^*) e capacidade de retenção de água (CRA).....	34
Tabela 3. Perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) da carne de peito de aves de diferentes idades durante o processo de maturação.....	36
Tabela 4. Desdobramento da interação entre idade e dias de maturação para as variáveis perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC).....	36
Tabela 5. Colágeno total e índice de fragmentação miofibrilar da carne de peito de aves de diferentes idades durante o processo de maturação.....	36
Tabela 6. Desdobramento da interação entre idade e dias de maturação para as variáveis colágeno total e índice de fragmentação miofibrilar (IFM).....	37
Tabela 7. Composição química da carne de peito de aves de diferentes idades durante o processo de maturação.....	38
Tabela 8. Desdobramento da interação entre idade e dias de maturação para as variáveis proteína, gordura, umidade e cinzas.....	39
Tabela 9. Colesterol total e oxidação lipídica (TBARS) da carne de peito de aves de diferentes idades durante o processo de maturação.....	40
Tabela 10. Desdobramento da interação entre idade e dias de maturação para as variáveis colesterol total e oxidação lipídica (TBARS).....	40
Tabela 11. Concentração de ácidos graxos, em g.kg-1, da gordura da carne de peito de aves de diferentes idades.....	43

LISTA DE TABELAS – CAPÍTULO 3

	Página
Tabela 1. Luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e de amarelo (b^*) da carne de peito de frangos Cobb 500 e Label Rouge durante o processo de maturação.....	57
Tabela 2. Desdobramento das interações entre linhagem e dias de maturação para as variáveis intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*).....	57
Tabela 3. pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), colágeno total e índice de fragmentação miofibrilar da carne de peito de frangos Cobb 500 e Label Rouge durante o processo de maturação.....	59
Tabela 4. Desdobramento das interações entre linhagem e dias de maturação para as variáveis capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), colágeno total e índice de fragmentação miofibrilar (IFM)	60
Tabela 5. Perda de peso por armazenamento (PPA), volume de exsudato (VE) e proteína solúvel no exsudato (PS) da carne de peito de frangos Cobb 500 e Label Rouge durante o processo de maturação.....	62
Tabela 6. Desdobramento das interações entre linhagem e dias de maturação para as variáveis perda de peso por armazenamento (PPA), volume de exsudato (VE) e proteína solúvel no exsudato (PS).....	62
Tabela 7. Composição química da carne de peito de frangos Cobb 500 e Label Rouge durante o processo de maturação.....	63
Tabela 8. Desdobramento das interações entre linhagem e dias de maturação para os percentuais de proteína e gordura.....	63
Tabela 9. Colesterol total e oxidação lipídica (TBARS) da carne de peito de frangos Cobb 500 e Label Rouge durante o processo de maturação.....	64
Tabela 10. Desdobramento das interações entre linhagem e dias de maturação para as variáveis colesterol total e oxidação lipídica (TBARS)	64
Tabela 11. Composição de ácidos graxos, em porcentagem, da gordura da carne de peito de frangos Cobb 500 e Label Rouge.....	66

CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais

INTRODUÇÃO

As mudanças no setor avícola durante os últimos anos transformaram o Brasil em importante produtor e fornecedor de cortes e derivados de frango. Dados atuais apontam o Brasil como o segundo maior produtor (13.130 mil ton) e o maior exportador mundial (4.304 mil ton) de carne de frango (ABPA, 2016); o consumo brasileiro, em 2014, foi de aproximadamente 42,78 kg/hab, 2,2% maior do que em 2013 (41,8 kg/hab) (ABPA, 2015).

O consumo de carne de frango foi impulsionado, no último ano, pelos elevados preços praticados na comercialização da carne bovina. Houve transferência de consumo entre os diferentes tipos de carne, sendo que a de frango continua sendo uma das fontes de proteína animal com preço mais acessível no mercado brasileiro.

A avicultura de corte nacional desenvolveu-se em um complexo setor econômico cujo objetivo é a máxima produção de carne com menor custo, o que resulta em um grande número de matrizes alojadas e que quando chegam ao final do ciclo de produção são destinadas ao abate para diminuir os custos da criação. Em 2013, segundo o relatório anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2015) foi registrado o alojamento de 46,1 milhões de matrizes de corte e em 2014 de 49,3 milhões de matrizes. A carne dessas aves apresenta textura rígida, devida ao aumento da concentração de colágeno (LI, 2006) e maior deposição de gordura subcutânea e abdominal do que um frango abatido em idade comercial (TRINDADE, 2003). Após o abate é usualmente utilizada na formulação de embutidos emulsionados como salsichas e mortadelas e também hambúrgueres (BORBA, 2008), como uma forma de destinar adequadamente as aves em final de produção e valorizar este segmento da avicultura pouco explorado.

Na literatura são escassos os trabalhos publicados sobre as características tecnológicas da carne de aves em idade de descarte. Faz-se necessário buscar alternativas de processamento que agreguem valor e que permitam o consumo deste tipo de carne como carne nobre e não mais como um subproduto. A técnica de

maturação permite que mudanças significativas na estrutura miofibrilar promovam o amaciamento da carne e alterem suas características de qualidade (PALKA, 2003), tornando-a também aromática (PARDI et al., 1995) e saborosa (LAWRIE, 1985).

Com base nisso, este estudo propôs avaliar as diferenças existentes entre carne de peito de matrizes pesadas (abatidas em idade de descarte para a atividade de postura de ovos férteis) e de frangos de corte (abatidos em idade comercial) com relação à qualidade, composição química e perfil de ácidos graxos e quais os possíveis efeitos da maturação na qualidade dos filés. A hipótese é de que seja possível proporcionar à carne de aves em idade de descarte, através do emprego da técnica de maturação, características tecnológicas semelhantes às da carne de frangos abatidos em idade comercial, comumente encontrada na mesa do consumidor.

Propôs também avaliar as diferenças existentes entre carne de peito de frangos de corte de diferentes linhagens e de que maneira a técnica de maturação pode contribuir para que um produto de melhor qualidade seja oferecido ao consumidor.

O Capítulo 2, intitulado “**Características físicas e químicas da carne de peito de matrizes pesadas de corte maturada por sete dias**” foi redigido de acordo com as normas editoriais do periódico “*Journal of the Science of Food and Agriculture*” (ISSN 0022-5142); e o Capítulo 3, intitulado “**Alterações promovidas pela maturação em carne de peito de frangos de duas linhagens comerciais**” foi redigido de acordo com as normas editoriais do periódico “*Scientia Agrícola*” (ISSN 0103-9016).

Conclusão

Embora seja menos macia do que a carne de aves Cobb 500, a carne de frangos Label Rouge apresenta maior capacidade de reter a água intracelular, menor produção de exsudato e, possivelmente menor perda nutricional durante o armazenamento. A carne de frangos Label Rouge apresenta maior quantidade de colesterol, mas em contrapartida possui maior concentração de ácidos graxos poli-insaturados, que são benéficos à saúde humana. O processo de maturação aumenta a maciez da carne de peito de frango e promove a redução da concentração de colesterol e da quantidade de gordura.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP pela bolsa de estudos e auxílio à pesquisa concedidos (Processos 2011/21681-0 e 2012/08787-7).

Referências

- Association of Official Analytical Chemists - International [AOAC]. 2005. Official Methods of Analysis. 18ed. AOAC, Gaithersburg, MD, USA.
- Bailey, A.J.; Sims, T.J. 1977. Meat tenderness: distribution of molecular species of collagen in bovine muscle. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 28: 565-570.
- Bligh, G.E; Dyer, J.W. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology* 37: 911-917.

- Berri, C.; Wacrenier, N.; Millet, N.; Le Bihan-Duval, E. 2001. Effect of selection for improved body composition on muscle and meat characteristics of broilers from experimental and commercial lines. *Poultry Science* 80: 833-838.
- Berri, C.; Le Bihan-Duval, E.; Debut, M.; Sante-Lhoutellier, V.; Baeza, E.; Gigaud, V.; Jego, Y.; Duclos, M.J. 2007. Consequence of muscle hypertrophy on characteristics of pectoralis major muscle and breast meat quality of broiler chickens. *Journal of Animal Science* 85: 2005-2011.
- Bohac, C.E.; Rhee, K.S.; Cross, H.R.; Ono, K. 1988. Assessment of methodologies for colorimetric cholesterol assay of meats. *Journal of Food Science* 53: 1642-1693.
- Bragagnolo, N.; Rodriguez-Amaya, D.B. 1992. Cholesterol content of chicken meat. *Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo* 28: 122-131 (in Portuguese).
- Brasil. 1999. Ofício Circular DOI/DIPOA nº 007/99, de 19 de maio de 1999. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Brenes, A.; Viveros, A.; Gon, I.; Centeno, C.; Sa´Yago-Ayerdy, S.G.; Arija, I. 2008. Effect of grape pomace concentrate and vitamin E on digestibility of polyphenols and antioxidant activity in chickens. *Poultry Science* 87: 307-316.
- Castellini, C.; Mugnai, C.; Dal Bosco, A. 2002. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science* 60: 219-225.
- Castellini, C.; Dal Bosco, A.; Mugnai, C.; Pedrazzoli, M. 2006. Comparison of two chicken genotypes organically reared: oxidative stability and other qualitative traits of the meat. *Italian Journal of Animal Science* 5: 355-363.
- Castellini, C.; Berri, C.; Le Bihan-Duval, E.; Martino, G. 2008. Qualitative attributes and consumer perception of organic and free-range poultry meat. *World's Poultry Science Journal* 64: 500-512.
- Cortinas, L.; Barroeta, A.; VillaVerde, C.; Galobart, J.; Guardiola, F.; Baucells, M.D. 2005. Influence of the dietary polyunsaturation level on chicken meat quality: Lipid oxidation. *Poultry Science* 84: 48-55.
- Culler, R.D.; Parrish JR, F.C.; Smith, G.C.; Cross, H.R. 1978. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine Longissimus muscle. *Journal of Food Science* 43: 1177-1180.
- Dabes, A.C. 2001. Propriedades da carne fresca. *Revista Nacional da Carne* 25: 32-40.
- De La Torre, C.A.L.; Conte-Júnior, C.A.; Canto, A.C.V.C.S.; Monteiro, M.L.G.; Lima, B.R.C.C.; Mársico, E.T.; Mano, S.B.; Franco, R.M. 2012. Biochemical changes in alternative poultry meat during refrigerated storage. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária* 19: 195-200.
- Debut, M.; Berri, C.; Baeza, E.; Sellier, N.; Arnould, C.; Guemene, D.; Jehl, N.; Boutten, B.; Jego, Y.; Beaumont, C.; Le Bihan-Duval, E. 2003. Variation of chicken technological meat quality in relation to genotype and preslaughter stress conditions. *Poultry Science* 82: 1829-1838.

- Fanatico, A.C.; Cavitt, L.C.; Pillai, P.B.; Emmert, J.L.; Owens, C.M. 2005. Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: Meat Quality. *Poultry Science* 84: 1785-1790.
- Fanatico, A.C.; Pillai, P.B.; Cavitt, L.C.; Emmert, J.L.; Meullenet, J.F.; Owens, C.M. 2006. Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: sensory attributes. *Poultry Science* 85: 337-343.
- Fanatico, A.C.; Pillai, P.B.; Emmert, J.L.; Owens, C.M. 2007. Meat quality of slow-growing chicken genotypes fed low-nutrient or standard diets and raised indoor or with outdoor access. *Poultry Science* 86: 2245-2255.
- Faria, P.B.; Bressan, M.C.; Souza, X.R.; Rodrigues, E.C.; Cardoso, G.P.; Gama, L.T. 2009. Physical-chemical characteristics of meat in chickens of the Paraíso Pedrês and Label Rouge lines. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38: 2455-2464 (in Portuguese, with abstract in English).
- Farmer, L. J.; Perry, G.C.; Lewis, P.D.; Nute, G.R.; Piggott, J.R.; Patterson, R.L.S. 1997. Responses of two genotypes of chicken to the diets and stocking densities of conventional UK and label rouge production systems. II. Sensory attributes. *Meat Science* 47: 77-93.
- Fernandez, X.; Sante, V.; Baeza, E.; Le Bihan Duval, E.; Berri, C.; Remignon, H.; Babile, R.; Le Pottier, G.; Millet, N.; Berge, P.; Astruc, T. 2001. Post mortem muscle metabolism and meat quality in three genetic types of turkey. *British Poultry Science* 42: 462-469.
- Funaro, A.; Cardenia, V.; Petracci, M.; Rimini, S.; Rodriguez-Estrada, M.T.; Cavani, C. 2014. Comparison of meat quality characteristics and oxidative stability between conventional and free-range chickens. *Poultry Science* 93: 1511-1522.
- Gordon, S.H.; Charles, D.R. 2002. *Niche and Organic Chicken Products*. Nottingham University Press, Nottingham, UK.
- Gornall, A.G.; Bardawill, C.J.; David, M.M. 1949. Determination of serum protein by means of the biuret reaction. *Journal of Biological Chemistry* 177:751-766.
- Grunert, K.G.; Bredahl, L.; Brunso, K. 2004. Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector - A review. *Meat Science* 66: 259-272.
- Hamm, R. 1960. Biochemistry of meat hydratation. *Advances in Food Research*. Cleveland, 10: 335-443.
- Hartree, E.F. 1972. Determination of protein: a modification of the Lowry method that gives a linear photometric response. *Analytical Biochemistry* 48: 422-427.
- Hellmeister Filho, P.; Menten, J.F.M.; Silva, M.A.N.; Coelho, A.A.D.; Savino, V.J.M. 2003. Effect of genotype and rearing system on performance of alternative lines of broiler chickens. *Revista Brasileira de Zootecnia* 32: 1883-1889 (in Portuguese, with abstract in English).
- Honikel, K.O. 1987. The water binding of meat. *Fleischwirtsch* 67: 1098-1102.

- Koohmaraie, M.; Babiker, A.S.; Schroeder, A.L.; Merkel, R.A.; Dutson, T.R. 1988. Acceleration of postmortem tenderization in ovine carcasses through activation of Ca²-dependent proteases. *Journal of Food Science* 53: 1638-1641.
- Koohmaraie, M.; Whipple, G.; Crouse, J.D. 1990. Acceleration of postmortem tenderization in lamb and Brahman cross beef carcasses through infusion of calcium chloride. *Journal of Animal Science* 68: 1268-1278.
- Lonergan, S.M.; Deeb, N.; Fedler, C.A.; Lamont, S.J. 2003. Breast meat quality and composition in unique chicken populations. *Poultry Science* 82: 1990-1994.
- 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: 53-60.
- Madeira, L.A.; Sartori, J.R.; Araujo, P.C.; Pizzolante, C.C.; Saldanha, E.S.P.B.; Pezzato, A.C. 2010. Evaluation of performance and carcass yield in four broiler chicken lineages in two system of rearing. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39: 2214-2221 (in Portuguese, with abstract in English).
- Maia, E.L.; Rodrigues-Amaya, D. 1993. Evaluation of a simple and inexpensive method for the methylation of fatty acid with lipids of various fish species. *Revista do Instituto Adolfo Lutz* 53: 27-35 (in Portuguese).
- Marino, R.; Albenzio, M.; Della Malva, A.; Caroprese, M.; Santillo, A.; Sevi, A. 2014. Changes in meat quality traits and sarcoplasmic proteins during aging in three different cattle breeds. *Meat Science* 98: 178-186.
- Monahan, F.J.; Skibsted, L.H.; Andersen, M.L. 2005. Mechanism of oxymyoglobin oxidation in the presence of oxidizing lipids in bovine muscle. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 5734-5738.
- Morgan, J.B.; Wheeler, T.L.; Koohmaraie, M.; Savell, J.W.; Crouse, J.D. 1993. Meat tenderness and the calpain proteolytic system in Longissimus muscle of young bulls and steers. *Journal of Animal Science* 71: 1471-1476.
- Nkukwana, T.T.; Muchenje, V.; Masika, P.J.; Hoffman, L.C.; Dzama, K.; Descalzo, A.M. 2014. Fatty acid composition and oxidative stability of breast meat from broiler chickens supplemented with *Moringa oleifera* leaf meal over a period of refrigeration. *Food Chemistry* 142: 255-261.
- Nishimura, T. 2015. Role of extracellular matrix in development of skeletal muscle and postmortem aging of meat. *Meat Science* 109: 48-55.
- Oliveira, L.B.; Soares, G.J.D.; Antunes, P.L. 1998. Influence of the maturation of bovine meat in the solubility of the collagen and weight losses for cooking. *Revista Brasileira de Agrociência* 4: 166-171 (in Portuguese, with abstract in English).

- Pérez-Vendrell, A.M.; Hernandez, M.; Llauro, L.; Schierle, J.; Brufau, J. 2001. Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance. *Poultry Science* 80: 320-326.
- Roça, R.O. 2001. *Tecnologia da carne e produtos derivados*. Botucatu: UNESP, FCA, 201 p. (in Portuguese).
- Santos, A.L.; Sakomura, N.K.; Freitas, E.R.; Fortes, C.M.L.S.; Carrilho, E.N.V.M.; Fernandes, J.B.K. 2005. Growth, performance, carcass yield and meat quality of three broiler chickens strains. *Revista Brasileira de Zootecnia* 34: 1589-1598 (in Portuguese, with abstract in English).
- SAS Institute. (2002). *User's guide: Statistics*. Release 9.1. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- Sirri, F.; Castellini, C.; Bianchi, M.; Petracci, M.; Meluzzi, A.; Franchini, A. 2011. Effect of fast-, medium- and slow-growing strains on meat quality of chickens reared under the organic farming method. *Animal* 5: 312-319.
- Souza, A.R.M.; Arthur, V.; Canniatti-Brazaca, S.G. 2007. Effect of radiation and of storage in lipids oxidation and cholesterol of lamb Santa Inês. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 27: 67-71 (in Portuguese, with abstract in English).
- Taylor, R.G.; Geesink, G.H.; Thompson, V.F.; Koohmaraie, M.; Goll, D.E. 1995. Is Z-disk degradation responsible for postmortem tenderization? *Journal of Animal Science* 73: 1351-1367.
- 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 Anstrichm., Leinfelden* 72: 1084-1087.
- Wang, K.H.; Shi, S.R.; Dou, T.C.; Sun, H.J. 2009. Effect of a free-range raising system on growth performance, carcass yield, and meat quality of slow-growing chicken. *Poultry Science* 88: 2219-2223.
- Watanabe, A.; Daly, C.C.; Devine, C.E. 1996. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. *Meat Science* 42: 67-78.
- Woessner Junior, J.F. 1961. The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this amino acid. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 93: 440-447.
- Wood, J.D.; Enser, M.; Fisher, A.V.; Nute, G.R.; Sheard, P.R.; Richardson, R.I.; Hughes, S.I.; Whittington, F.M. 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science* 78: 343-358.
- Zanusso, J.T.; Dionello, N.J.L. 2003. Alternative poultry production – qualitative factors analysis of free range poultry meat. *Revista Brasileira de Agrociência* 9: 191-194 (in Portuguese, with abstract in English).