

QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM GÉRMEN INTEGRAL DE MILHO

Data de submissão: 29/01/2023

Data de aceite: 01/03/2023

Daniela Pinheiro de Oliveira

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia Recife-PE
<https://orcid.org/0000-0001-7955-3780>

Carlos Bôa-Viagem Rabello

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia Recife-PE
<https://orcid.org/0000-0002-5912-162X>

Marcos José Batista dos Santos

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia Recife-PE
<https://orcid.org/0000-0002-6023-3426>

Elainy Cristina Lopes

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia Recife-PE
<https://orcid.org/0000-0002-9468-3628>

Camilla Roana Costa de Oliveira

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, SENAR, Brasil. Natal/RN
<https://orcid.org/0000-0001-6040-0979>

Apolônio Gomes Ribeiro

Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Zootecnia Areia-PB
<https://orcid.org/0000-0001-6730-0209>

Dayane Albuquerque da Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia Recife-PE
<https://orcid.org/0000-0001-6243-3969>

Helena Emília Cavalcanti da Costa Cordeiro Manso

Profa. Dra. na Universidade Federal Rural de Pernambuco
<http://lattes.cnpq.br/7040279344981888>

Webert Aurino da Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia Recife-PE
<https://orcid.org/0000-0003-0802-1773>

RESUMO: A produção de frangos de corte tem uma cadeia produtiva intensa e onerosa, dessa forma para reduzir os custos da ração, que é um dos principais gargalos, se busca alimentos alternativos. O milho é a maior fonte de energia na alimentação de frangos de corte, um dos

componentes do milho é o gérmen integral de milho (GIM) que é rico em gordura insaturada, essa gordura auxilia de forma significativa na formulação da dieta e diretamente na qualidade da carne, o gérmen pode ser utilizado como uma fonte alternativa de energia. As exigências por uma qualidade de carne são cada vez maiores, assim agregar valor ao produto é de suma importância. Alguns componentes para a qualidade da carne são cruciais, como a água que se houver perda interfere negativamente na qualidade, bem como a capacidade de reter água que melhora o aspecto físico-químico da carne. A maciez, textura, oxidação, pH e coloração são características que determinam a qualidade do produto, no entanto muitos fatores podem interferir no resultado, como sexo e idade. Dessa forma, se faz necessário o estudo sobre alimentos alternativos que possam corroborar com o manejo nutricional, reduzindo os custos.

PALAVRAS-CHAVE: Alimentos alternativos, coloração, maciez, rendimento de carcaça.

MEAT QUALITY OF BROILER CHICKENS FED WHOLE CORN GERM

ABSTRACT: The production of broiler chickens has an intense and costly production chain, so to reduce the cost of feed, which is one of the main bottlenecks, alternative foods are sought. Corn is the major source of energy in broiler feed, one of the corn components is whole corn germ (GIM) which is rich in unsaturated fat, this fat helps significantly in formulating the diet and directly in the meat quality, the germ can be used as an alternative source of energy. The demands for quality meat are increasing, so adding value to the product is of paramount importance. Some components for meat quality are crucial, such as water, which if lost negatively affects quality, and the ability to retain water, which improves the physicochemical aspect of the meat. The tenderness, texture, oxidation, pH and color are characteristics that determine the quality of the product, however, many factors can interfere with the result, such as gender and age. Thus, it is necessary to study alternative foods that can corroborate with the nutritional management, reducing costs.

KEYWORDS: Alternative foods, coloring, tenderness, carcass yield.

1 | INTRODUÇÃO

Tendo em vista que o maior custo na produção avícola é com a alimentação, deve-se buscar alimentos que atendam as exigências dos animais e reduzamos custos de produção (Mallick et al., 2020). Sendo o milho a principal fonte de energia na alimentação de frangos de corte, pesquisadores têm buscado alimentos alternativos que possam reduzir esses custos (Oliveira, 2020). Além do mais, o sistema de produção de carne de frangos é um mercado bastante extenso e de fácil escoamento do produto, porém a qualidade desse produto é fundamental para o sucesso da cadeia produtiva (Oliveira, 2018).

Dentre as alternativas apontadas como possível substituto parcial ao milho em grão têm-se o gérmen integral de milho (GIM), que é obtido por meio da degerminação do grão de milho por via úmida (Lima et al., 2012; Oliveira, 2018), corresponde aproximadamente 13% do grão de milho (Silva et al., 2013; Matos, 2021) e possui em sua composição: 10,4% de proteína bruta; 5,3% de fibra bruta; 5,0% de matéria mineral; 56,5% de extrato etéreo e 7,039 kcal g⁻¹ de energia bruta, com 89% digestibilidade ileal para aves, podendo ser uma

alternativa para a composição das rações de aves (Lima et al., 2012).

Ainda sim, poucos estudos foram realizados com objetivo de avaliar o potencial do uso do GIM obtido por via úmida na alimentação de frangos de corte. A maior parte das observações foram realizadas utilizando o GIM obtido por via seca (Rodrigues et al., 2001; Brito et al., 2005; Brunelli et al., 2012), em estudos com aves de postura, que apresenta menor quantidade de lipídeo, conseqüentemente, menor teor de energia bruta e metabolizável (Oliveira, 2018).

Resultados experimentais apontam que o teor de lipídeo pode afetar a motilidade do trato gastrointestinal e promover maior tempo de permanência do alimento, proporcionando melhor aproveitamento dos nutrientes e energia do alimento e da dieta (Andreotti et al., 2004; Rabello et al., 2007). Como a qualidade da carne está diretamente relacionada com o tipo de dieta que é fornecida ao animal, faz com que proporcione mais maciez, sabor, cor, suculência e uma textura mais agradável aos olhos e ao paladar (Oliveira, 2018). Lima (2008) utilizando até 20% de GIM em rações de frangos de corte na fase crescimento/final (22 a 41 dias de idade) concluiu que o GIM pode ser utilizado até 9,5% com melhores resultados de desempenho zootécnico e de características de carcaça.

Neste contexto, este trabalho se propôs a fazer uma revisão de literatura sobre os aspectos da qualidade de carne de frangos alimentados com gérmen integral de milho.

2 | GÉRMEN INTEGRAL DE MILHO (GIM)

A maior fonte de energia na alimentação de frangos de corte é o milho (Komatsu et al., 2019). No entanto, sua importância econômica advém de suas diversas formas de utilização, que vão da alimentação humana à indústria de alta tecnologia (Froes et al., 2012). Outro fator importante da utilização de alimentos com altos níveis de óleo na dieta é a sua facilidade de peletização, principalmente quanto à agregação da massa que resulta desse processo (Penz JR., 2002; Brito et al., 2005).

O grão de milho (Figura 1) é uma cariopse formada por quatro estruturas físicas: o endosperma, constituído de amido e proteína (zeína), o pericarpo ou casca (fibras), a ponta e o gérmen (gluteína e lipídios), as quais diferem em composição química e distribuição no grão (Paes, 2006; Ribeiro, 2014). A zeína, contida no endosperma do grão, tem reduzido valor biológico, em decorrência do desequilíbrio provocado pelo alto teor de leucina e pela deficiência de lisina e de triptofano. A gluteína, contida no gérmen do milho, possui valor biológico elevado, principalmente quanto ao balanço de aminoácidos essenciais (Regina e Solferini, 2002; Oliveira, 2018).

A gordura presente no GIM é altamente insaturada, composta de aproximadamente 56% de ácido linoléico, 28% de ácido oléico, 11% de ácido palmítico, 2% de ácido esteárico, 1,3% de ácido linolênico e 0,5% de ácido araquidônico (Miller et al., 2009). O GIM é definido como o resultado da trituração do gérmen, do tegumento e das partículas amiláceas,

obtidos por extração mecânica, e com alto teor de extrato etéreo (Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal, 1985; Oliveira, 2018).

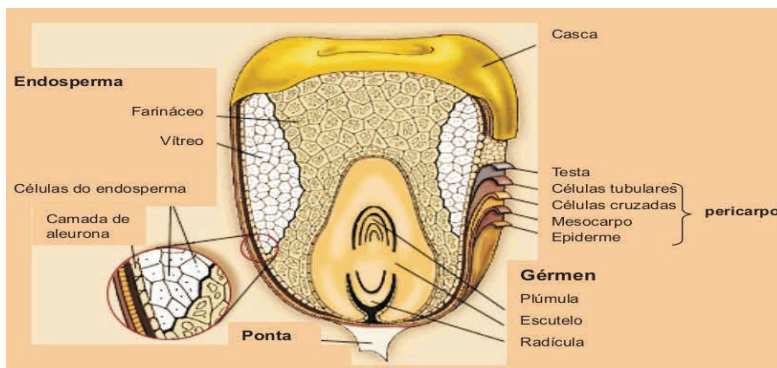


Figura 1. Anatomia do grão do milho e suas partes (Paes, 2006).

Em consonância com Lima (2008), a composição lipídica do GIM é um fator importante e deve ser avaliada qual a melhor forma de utilização. Refere-se a um alimento rico em ácidos graxos poli-insaturados essenciais por não ser biossintetizado no organismo dos não ruminantes, porém não sendo recomendado para pintos em fase pré inicial por conta da alta concentração de gordura (Brito, 2005).

3 I QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE

As exigências pela qualidade da carne são cada vez maiores tanto no mercado internacional como no nacional (Pelicano et al., 2003), pois o consumidor está mais ciente dos atributos de qualidade da carne. Desta forma, maneiras de enriquecer o produto final através de melhorias na qualidade da carne dos animais vêm sendo estudadas com a finalidade de agregar valor ao produto (Eyng, 2009).

O produtor de frango de corte precisa atingir os melhores índices zootécnicos para obter o conceito de qualidade total (peso, conversão alimentar e mortalidade), assim como manter a boa integridade física da ave. Ou seja, aves ausentes de problemas sanitários, bem empenados, sem contusões, arranhões e fraturas (Cony, 2000; Oliveira, 2018).

A ausência ou presença de contaminação bacteriana por toxinas, maior ou menor índice de condenações no abatedouro, resíduos de produtos químicos e biológicos, estão diretamente relacionados com a qualidade da carcaça (Mendes, 2001; Nepomuceno et al., 2017).

Além das características produtivas, a qualidade da carne dos frangos tem se tornado importante, uma vez que as características sensoriais, como aparência e maciez da carne são exigidas pelo consumidor (Beraquet, 2000; Oliveira, 2018).

Em consonância com Osório et al. (2009), características da textura como firmeza, sensações táteis, estão relacionadas com a retenção de água, pH, estado de engorduramento, e as características do tecido conjuntivo e da fibra muscular, já a maciez está relacionada com as estruturas proteicas e os tecidos conjuntivos e musculares, existindo maior sensibilidade e importância para o conjuntivo que para a fibra muscular.

A qualidade da carne dos animais de corte é uma característica multifatorial avaliada seu peso, rendimento, seus atributos sensoriais (maciez, textura, suculência, odor, cor e sabor), tecnológicos (pH e capacidade de retenção de água), nutricionais (umidade, proteína, cinzas e gordura), dentre outras, acrescida dos aspectos éticos (bem-estar) e ambientais sobre os quais foram produzidas (Rodrigues Filho, 2011).

4 | PERDA DE PESO POR COCCÃO (PPC)

A água é um dos componentes mais importantes da carne, não somente pelo seu elevado teor como também por uma série de propriedades funcionais de interesses higiênicos- sanitários e tecnológicos (Pardi et al., 2001). Quando a umidade é perdida, rendimento, maciez, textura, sabor e valores nutricionais são afetados negativamente. Assim a capacidade de retenção de água é considerada um indicador relevante como forma de prever o rendimento, o resultado econômico e a qualidade final de um produto (Olivo, 2002).

A água se apresenta sob três formas: ligada, parcialmente ligada e livre (Pardi et al., 2001). Ainda segundo os mesmos autores, o interesse na interação das mesmas com as proteínas se deve porque as proteínas constituem as principais substâncias captadoras de água dos organismos vivos, em especial as proteínas musculares.

A água representa de 65 a 80% do total da massa muscular e tem importante função celular, em geral, todas as propriedades funcionais são influenciadas por interações de proteínas com a água. Boa parte da água dentro das células está fortemente ligada a diversas proteínas, mas apregoa-se que aproximadamente 24% são retidas por forças capilares e podem exsudar sob pressão (Olivo, 2006). Segundo o mesmo autor, se as proteínas não estão desnaturadas, elas continuam ligada a água durante a conversão do músculo em carne e, por extensão, durante as diversas fases do processamento, distribuição e cozimento. Assim, a habilidade de reter água é uma propriedade da carne essencialmente importante, principalmente sob o aspecto sensorial.

Uma maior perda de umidade durante o cozimento das carnes utilizadas em produtos pré-prontos, poderá comprometer as características nutricionais e sensoriais do produto final, principalmente quando é preparado pelo consumidor (Olivo e Barbut, 2004).

5 I FORÇA DE CISALHAMENTO (FC)

A maciez ou textura de um músculo podese avaliada mediante um analisador de textura outexturômetro (Culioli, 1995), o qual mensura aforça necessária para que uma lâmina rompa as fibras musculares de um fragmento (força de cisalhamento –FC). O resultado é expresso em quilograma-força (kgf). (Bourne, 1982; Souza, 2008) e mensura um dos principais atributos de qualidade da carne (Fletcher, 2002), a qual pode ser determinada por fatores como alimentação (Monsón et al., 2004), idade, estresse, entre outros (Venturini et al., 2007).

De acordo com Bakhsh et al. (2019), a maciez tende a ser maior em animais jovens e diminui com a idade, devido ao acúmulo e a maturação do tecido conectivo nas fibras musculares. Além de ter uma correlação comparativa com perda de água por cozimento, pois carnes que apresentam menor perda de água por cozimento resultam em menor força necessária para o rompimento das fibras musculares, e maior será a maciez (Brossi et al., 2009).

A textura, além de influenciada pelas características físico-químicas da carne, também decorre do método de manipulação (Cheng et al., 2014); e é um dos critérios de qualidade mais importante (Castillo, 2001). A maciez da carne é um parâmetro que sensorial que possui os atributos primários: maciez, coesividade, viscosidade, elasticidade, suculência, entre outros (Souza, 2005).

Há fatores que podem afetar a qualidade da textura da carne que são: fatores ante-mortem, como: sexo, idade, nutrição, exercício, estresse pré-abate e fatores pós-mortem, como: rigor mortem, estimulação elétrica, maturação, pH final e método e temperatura de cozimento (Souza, 2005).

6 I CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA (CRA)

Para atender a demanda do mercado consumidor, a cadeia produtiva precisa conhecer os fatores que interferem nas características físicas e químicas da carne, pois estas determinam sua qualidade e aceitabilidade (Martínez-Cerezo et al., 2005).

Sañudo (1992) trouxe como parâmetros intrínsecos na variação da CRA o tipo de músculo, a raça e a idade, e como parâmetros extrínsecos, a alimentação, o estresse prévio ao abate e as condições após o abate, sendo que o processo de maturação da carne tende a aumentar sua capacidade de retenção de água. É a capacidade, durante o aquecimento, que a carne tem de reter água, cortes, trituração, prensagem.

A CRA do tecido muscular possui efeito direto sobre o armazenamento, tendo em vista que quando os tecidos têm baixa CRA, ocorre maior perda de umidade e de peso durante seu armazenamento (Venturini et al., 2007).

Segundo Mendes (2011), esta característica é imprescindível, pois está relacionada

ao aspecto da carne antes do cozimento, ao comportamento durante a cocção e à aceitabilidade do produto. As condições de criação do frango — temperatura, estresse calórico e densidade de criação — podem afetar a CRA.

Os peitos de aves mantidas em ambientes com temperatura de 30°C apresentaram maior perda de peso por cozimento, com média de 28,7% quando comparadas aos de aves submetidas a ambientes de conforto térmico (17°C), com média de 27,2% (Bressan, 1998).

7 | PH

O pH constitui um dos fatores mais importantes na transformação do músculo em carne e tem efeito decisivo sobre a qualidade da carne fresca e dos produtos derivados (Ordóñez, 2005).

Os aspectos da carne DFD e PSE são resultantes de condições ruins no manejo ante mortem e modificações metabólicas no processo post mortem, levando a uma célere ou um retardo no processo de rigor mortis. Mas, essa última, é o motivo de maior entrave na economia, pois a carne torna-se inadequada para o processamento de produtos industriais e consumo *in natura*, trazendo prejuízos à qualidade e rendimento desta (Venturini, 2007).

Segundo Venturini (2007), o pH da carne do frango reduz por conta da formação ácida, sendo que a carne do peito deve ter pH final entre 5,7 e 6,0. Passadas 24 horas, se o pH estiver acima de 6,2, a carne de frango terá alta CRA, resultando em menor tempo de duração e a fixação da coloração escura, obtendo a carne DFD (dark, firm, dry – escura, dura e seca).

Em situações em que o pH se apresente abaixo de 5,8 em menos de 4 horas, teremos a carne denominada PSE (pale, soft, exudative – pálida, mole e exsudativa), caracterizada pela diminuição da retenção de água, assim, com aparência pálida e mole (Olivio, 2006).

O pH da carne de frango pode ser afetado também por diversos outros fatores, como idade, sexo, linhagem, dieta, gordura intramuscular, condições de pré-abate, como o estresse térmico e também em decorrência de problemas na industrialização, como temperatura de escaldagem e condições de armazenamento e congelamento (Castillo, 2001).

8 | COLORIMETRIA

Alguns defeitos de cor podem ser causados por fatores que agem antes do abate, devido à alimentação, ao manejo ou estresse da ave, mas outras alterações resultam de causas relacionadas às operações de abate; ocasionalmente diminuição da cor pode também ser provocada pelo armazenamento e posterior processamento (Castillo, 2001).

O julgamento feito pelo consumidor a respeito da carne, a coloração da carne de frango *in natura* é uma das condições que mais interferem no ato da compra. A cor da carne está associada às fibras do tecido musculares, o pigmento mioglobina e a

hemoglobina existente no sangue. Estas duas substâncias são proteínas ligadas ao ferro e têm a possibilidade de reagir com oxigênio, modificando a cor da carne. Este acúmulo de mioglobina é de acordo com a espécie, sexo, idade, posição do músculo, por exemplo, para um determinado animal que a sangria foi boa a mioglobina apresenta em torno de 85% do total de pigmentos (Hedrick et al, 1994).

O frango é a única espécie conhecida que possui músculos com cores extremas: o peito possui cor rosa pálida, enquanto que a porção da coxa e sobrecoxa possuem coloração vermelha intensa, in natura. A pigmentação da carne de frango é fortemente influenciada pela presença de carotenoides na alimentação, conhecidos como xantofilas, que contribuem para a pigmentação (Pérez-Vendrell et al., 2001). O milho, juntamente com o gérmen, é conhecido como uma fonte de carotenoides, por essa razão há grande influência na cor da carne.

Espectrofotômetros e colorímetros são dois tipos comuns de equipamentos apropriados para descrever numericamente elementos da composição de cor em superfícies (Gonzalez et al., 2001; Bonfatti Júnior & Lengowski, 2018). O espectrofotômetro de refletância fornece a curva de distribuição de refletância da amostra, enquanto que o colorímetro separa as componentes RGB da luz, funcionando de forma análoga ao sistema visual humano. Espectrofotômetros e colorímetros são capazes de fornecer coordenadas colorimétricas ($L^*a^*b^*$) universais, sob iluminantes e observadores padronizados (Lopes, 2009).

CIE $L^*a^*b^*$ desenvolvido em 1976 fornece uma diferenciação de cores mais precisa em relação à percepção humana (Pathare; Opara; Al-Said, 2013), definindo em três eixos perpendiculares – L^* , representa a Luminosidade, eixo principal (preto = 0 ao branco = 100); a^* (verde (-) ao vermelho (+)) e b^* (azul (-) ao amarelo (+)). O sistema CIE define a sensação da cor baseado em três elementos: a luminosidade ou claridade, a tonalidade ou matiz e a saturação ou cromaticidade. Por um consenso geral as especificações de padrões de observação para uso em colorimetria e fotometria são todas providas pela CIE em todos os países (CIE, 2017).

9 | ÍNDICE DE PERÓXIDO (IP)

A oxidação é um processo auto catalítico e desenvolve-se em aceleração crescente, e inicia logo após o abate. Fatores como temperatura, enzimas, luz e íons metálicos podem influenciar a formação de radicais livres. As moléculas formadas, contendo o radical livre, ao se romperem formam produtos de peso molecular mais baixo (aldeídos, cetonas, álcoois e ésteres), os quais são voláteis e responsáveis pelos odores da rancificação (Adams, 1999).

A peroxidação lipídica é uma das principais causas da perda da qualidade de carnes e produtos cárneos. Os resultados da oxidação não são desejáveis, não somente

pela alteração de características organolépticas (alterações na coloração da carne e da gordura e produção de odores e flavoursofensivos), assim como também pela destruição de constituintes essenciais, causando uma diminuição do valor nutricional da carne e a formação de compostos tóxicos para o ser humano, sendo impróprio para o consumo (Yunes, 2010).

A mudança do músculo para carne é consequência da redução do fluxo sanguíneo e a instagnação de muitos processos metabólicos. A atividade metabólica continua durante o primeiro período post mortem, mas por motivo dessa redução, a quebra do glicogênio gera o ácido lático, que se concentra no tecido, diminuindo o pH inicial de 7,0-7,2 para um valor de aproximadamente 5,5 (Lage,2004).

O desenvolvimento da rancidezoxidativa agrava-se durante o armazenamento da carne de frango mesmo sob congelamento, pois, enquanto as reações deteriorativas (microbiológicas e enzimáticas) podem ser inibidas com o emprego de baixas temperaturas, a oxidação lipídica ocorre normalmente a temperaturas baixas, embora numa velocidade reduzida, além disso, este processo destrói as membranas intracelulares, diminuindo a suculência e o peso da carcaça (Yunes, 2010).

O método que mede o IP é feito pela determinação do cátion de uma base, necessário para neutralizar compostos oxidados e expressando o resultado em miliequivalentes/kg. O IP baixo em sua fase final deve coincidir com altas concentrações de produtos secundários (aldeídos, cetonas, álcoois e ésteres), os quais devem aumentar a absorvância (Bellaver; Zanotto, 2004).

Segundo Araújo (2011) óleos e gorduras são susceptíveis a alterações químicas durante o processamento e armazenamento. Isso acarreta problemas como qualidade sensorial, depreciação da carne, valor nutricional, formação de radicais livres (Bellaver; Zanotto, 2004).

Barbi e Lúcio (2003), concluíram que os peróxidos são o fator antinutricional das gorduras. O método de referência dos peróxidos e estabilidade oxidativa é o método de oxigênio ativo (AOM), porém sua complexidade exige melhorias que podem ser feitas com métodos mais simples porem validados ante ao AOM.

10 | CONCLUSÃO

A qualidade da carne pode ser diretamente melhorada através do tipo de alimento fornecido. neste aspecto, o germe integral de milho se mostra uma fonte alternativa e viável para a alimentação animal, tendo em vista seu forte potencial como fonte alternativa de energia e quando utilizado em níveis mais baixos não prejudicam os índices zootécnicos dos animais.

REFERÊNCIAS

Adams, C.A. **Oxidations and antioxidants**. In: **Nutricines. Food Components in Health and Nutrition**. Nottingham Univ. Press. Chapter 2.p.11-34, 1999.

Andreotti, M.O.; Junqueira, O.M.; Barbosa, M.J.B.; Cancherini, L.C.; Araújo, L.F & Rodrigues, E.A. **Tempo de trânsito intestinal, desempenho, característica de carcaça e composição corporal de frangos de corte alimentados com rações isoenergéticas formuladas com diferentes níveis de óleo de soja**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 33, n. 4, p. 870-879, 2004. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000400007>

Araújo, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 5. Ed. Viçosa, MG: Ed.UFV, 2011.

Bakhsh, A.;Hwang, Y.H & Joo, S.T. **Effect of Slaughter Age on Muscle Fiber Composition, Intramuscular Connective Tissue, and Tenderness of Goat Meat during Post-Mortem Time**. Foods. 8(11):571, 2019. Doi: <https://doi.org/10.3390/foods8110571>

Barbi, J.H.T. & Lúcio, C.G. **Qualidade e digestibilidade de gorduras e óleos na alimentação de aves**. In: XI CONGRESO DE LA AMENA Y I DEL CLANA. Mexico. p.159-177, 2003.

Bellaver, C.; Zanotto, D. L.; **Conferência Apinco, Santos**, Brasil, 2004. 3. Patil, P.; Deng, S.; Rhodes, I. J.; Lammers, P. J.; Fuel, 89, 360, 2010.

Beraquet, N. **Influência de fatores ante e post mortem na qualidade da carne de aves**. Revista Brasileira de Ciência Avícola, v.1, n.3, p.155-166, 2000.

Bonfatti Júnior, E.A & Lengowski, E.C. **Colorimetria aplicada à ciência e tecnologia da madeira**. Brazilian Journal of Forestry Research. 38(1):e201601394, 2018. Doi: <https://doi.org/10.4336/2018.pfb.38e201601394>

Bourne, M. C. **Principles of objective texture measurement**. In: Bourne, M. C. (Ed.). Food texture and viscosity: concept and measurement. New York: Academic Press, 1982. p. 114-117.

Bressan, C. **Efeito dos fatores pré-abate sobre a qualidade do peito de frango**. Campinas: Faculdade de Engenharia de Alimentos, 1998. 179p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Engenharia de Alimentos/ Unicamp, 1998. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/135810>. Acesso em: 28. Jan. 2023.

Brito, A.B.; Stringhini, J.H.; Belem, L.M.; Xavier, S.A.G.; Leandro, N.S.M & Café, M.B. **Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais de 30 a 64 semanas de idade consumindo gérmen integral de milho**. Acta Scientiarum. Animal Sciences, Maringá, v. 27, n. 1, p. 29-34, jan./mar. 2005. Doi: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v27i1.1256>

Brito, A. B.; Stringhini, J. H.; Cruz, C. P.; Xavier, S. A. G.; Silva, L. A. F.; Café, M. B.; LEANDRO, N. S. M. **Avaliação Nutricional do Gérmen Integral de Milho para Aves**. *Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science*, Goiânia, v. 6, n. 1, p. 19–26, 2005. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/vet/article/view/348>. Acesso em: 28 jan. 2023.

Brito, A.B.; Stringhini, J.H.; Cruz, C.P.; Xavier, S.A.G.; Leandro, N.S.M & Café, M.B. **Effects of corn germ meal on broiler performance and carcass yield**. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.57, n.2, p.241-249, 2005. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352005000200017>

Brossi, C.; Contreras-Castillo, C.J.; Amazonas, E.A & Menten, J.F.M. **Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte**. *Ciência Rural*, v. 39, n. 4, p. 1284-1293, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000039>

Brunelli, S.R.; Pinheiro, J.W.; Fonseca, N.A.N & Silva, C.A. **Efeito de diferentes níveis de farelo de gérmen de milho desengordurado em dietas suplementadas com fitase para poedeiras comerciais**. *Seminário: Ciências Agrárias*, v. 33, n. 5, p. 1991-2000, 2012. Doi: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n5p1991>

Castillo, C.J.C. **Qualidade de carcaça e carne de aves**. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, 1., 2001, São Pedro. Anais... São Pedro: ITAL, p.160-178, 2001.

Cheng, J.; Sun, D.; Han, Z & Zeng, X. **Texture and Structure Measurements and Analyses for Evaluation of Fish and Fillet Freshness Quality: A Review**. *Food Science and Food Safety*, 13(1):52-61, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12043>.

CIE - **Commission international de L'eclairage**. 2017. Disponível em: < <http://www.cie.co.at/> >. Acesso em: 28 Jan. 2023.

Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal. São Paulo: Sindi-Rações, 1985, 2002198p. Contrera, C. C. et. al., **Higiene e Sanitização na Indústria de Carnes e Derivados**. São Paulo, Varela, p.181.

Cony, A. V. **Manejo do carregamento, abate e processamento. Como evitar perdas?** In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícola, 2000. Campinas. Anais... Campinas: FACTA, p. 203-212 2000.

Culioli, J. **Meat tenderness: mechanical assessment**. In: Ouali, A.; Demeyer, D. I.; Smulders, F. J. M. (Ed.). *Expression of tissue proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality*. The Netherlands: Eceamst, p. 239-263, 1995.

Eyng, C. **Avaliação nutricional da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias na alimentação de frangos de corte**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon - Paraná, Brasil, p. 67, 2009. Disponível em: https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/1601/1/Cinthia_Eyng_2009. Acesso:28 Jan. 2023.

Filho, M. R. **Características de carcaça e qualidade da carne de Tourinhos red norte suplementados com óleos de Fritura e de soja**. 2011. 132 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras – Minas Gerais, Brasil, 2011. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/903/1/TESE_Caracter%C3%ADsticas%20de%20carca%C3%A7a%20e%20qualidade%20de%20carne%20de%20tourinhos%20Red%20Norte%20suplementados%20com%20%C3%B3leos%20de%20fritura%20e%20soja.pdf. Acesso: 28 Jan. 2023.

Fletcher, D. L. **Poultry meat quality**. *World's Poultry Science Journal*, Ithaca, v. 58, n. 2, p. 131-145, 2002. Doi: <https://doi.org/10.1079/WPS20020013>

Froes, L.O.; Falqueto, M.A.O.; Castro, M.V.L & Naves, M.M.V. **Gérmem com pericarpo de milho desengordurado na formulação de biscoitos tipo cookie**. *Ciência Rural*, v.42, p.744-750, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000400028>

Gonçalves, J. C.; Janin, G.; Santoro, A. C. S. **Colorimetria quantitativa: uma técnica objetiva de determinar a cor da madeira**. *Brasil Florestal*, Brasília, ano 20, v. 72, p. 47-58, 2001.

Hedrick, H.B.; Aberle, E.D.; Forrest, J.C.; Judge, M. D & Merkel, R.A. **Principles of meat science**. 3 ed. Kendall/ Hunt Publishing Company-Dubuque, Iowa, 1994. Disponível em: <https://archive.org/details/principlesofmeat00hedr/page/n1/mode/2up?view=theater>. Acesso: 28 Jan. 2023.

Komatsu, G.S.N.; Dias, C.T.S.; Suckeveris, D.; Pereira, R.; Fujikura, V.K.; Burin JR, A.M & Menten, J.F.M. **Metabolizable Energy For Chickens Of High And Low Density Corn Fractions Segregated In Densimetric Table**. Braz. J. Poult. Sci. 21 (02) • Jan-Mar 2019. Doi: <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2018-0828>

Lage, M.E. **Suplementação nutricional de novilhos nelore com α -tocoferol (Vitamina E) e seus efeitos na qualidade da carne**. Tese (doutorado em Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, São Paulo, Brasil, 2004. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/Acervo/Detalle/302036>. Acesso: 28 Jan. 2023.

Lima, M.B.; Rabello, C.B.V.; Silva, E.P.; Lima, R.B.; Arruda, E.M.F & Albino, L.F.T. **Effect of broiler chicken age on ileal digestibility of corn germ meal**. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 34, n. 2, p. 137-141, 2012. Doi: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v34i2.11812>

Lima, R.B. **Avaliação nutricional de derivados da moagem úmida do milho para frangos de corte industrial**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – Pernambuco, Brasil, p.30, 2008. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/bitstream/tede2/6880/2/Rodrigo%20Barbosa%20Lima.pdf>. Acesso: 28 Jan. 2023.

Lopes, L. C. **Controle metrológico da cor aplicado à estamperia digital de materiais têxteis**. Dissertação (Mestrado em Metrologia) Programa de Pós-graduação em Metrologia – Metrologia PUC-RIO, Rio de Janeiro, Brasil, 2009. Disponível em: https://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0621484_09_pretextual.pdf. Acesso: 28 Jan. 2023.

Mallick, P.; Muduli, K.; Biswal, J.N & Pumwa, J. **Broiler Poultry Feed Cost Optimization Using Linear Programming Technique**. *Journal of Operations and Strategic Planning*, 3(1), 31–57. Doi: <https://doi.org/10.1177/2516600X19896910>

Martínez-Cerezo, S.; Sañudo, C.; B.Panea, B & Olleta, J.L. **Breed, slaughter weight and ageing time effects on consumer appraisal of three muscles of lamb**. *Meat Science*, v.69, p.795-805, 2005. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.11.013>

Matos, Y.C.S. **Substituição do milho moído por germen integral de milho extra gordo em dietas para ovinos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Zootecnia, Recife – Pernambuco, Brasil, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufrpe.br/bitstream/123456789/3392/1/tcc_yasmincarolinedasilvamatos.pdf. Acesso: 27. Jan. 2023.

Mendes, A.A. **Rendimento e qualidade da carcaça de frangos de corte**. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, v.3, p.79-99, 2001.

Mendes, A.A.; Komiyama, C.M. **Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaça e carne**. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.40, p.352-357, 2011.

Miller, W.F.; Shirley, J.E.; Titgemeyer, E.C & Brouk, M.J. **Comparison of full-fat corn germ, whole cottonseed, and tallow as fat sources for lactating dairy cattle**. *Journal of Dairy Science*. v.92, n.7, p.3386-3391, 2009. Doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2118>

Monsón, F.; Sañudo, C & Sierra, I. **Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality**. Meat Science, Illinois, v. 68, p. 595-602, 2004. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.05.011>.

Nepomuceno, L.L.; Schmidt, A.B.; Conceição, F.A.A.; Weber Santos Duarte, W.S & Ferreira, J.L. **Alterações não patológicas observadas na inspeção post mortem em frangos abatidos industrialmente na região norte do Tocantins**. Revista Desafios – v. 04, n. 1, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2017v4n1p135>

Oliveira, D.P. **Qualidade da carne de frangos de corte alimentados com gérmen integral de milho**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife - Pernambuco, Brasil, 2018. Disponível: https://repositorio.ufrpe.br/bitstream/123456789/978/1/tcc_danielapinheirooliveira.pdf. Acesso: 27. Jan. 2023.

Oliveira, N.F. **utilização de grãos de milho secos por destilação com solúveis em dietas para frangos de corte**. Dissertação (Mestre em zootecnia), Programa de Pós-graduação em zootecnia, Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás - Goiânia, Brasil, 2020. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/10498/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Natiele%20Ferraz%20de%20Oliveira%20-%202020.pdf>. Acesso:27. Jan. 2023.

Olívio, R. **O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango**. Criciúma: Ed. do Autor, p.680, 2006.

Olivo, R. **Fatores que influenciam as características das matérias-primas cárneas e suas implicações tecnológicas**. Revista Nacional da Carne, São Paulo, n.307, p.72-83, 2002.

Olivo, R., Barbut, S. **Exudativecooked gel in chickenbreastmeatproducts**. In: XIX Congresso de Ciência e Tecnologia de Alimentos (CBCTA). Recife, p.89, 2004.

Ordóñez, J. A. **Tecnologia de Alimentos: Alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, vol. 2, p.279, 2005.

Osório, J.C.S.; Osório, M.T.M & Sañudo, C. **Características sensoriais da carne ovina**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.38, p.292-300, 2009. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300029>

Paes, M. C. D. **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**. Circular Técnica 75. Embrapa. Sete Lagoas, MG, 2006.

Pardi, M.C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne: Ciência e higiene da carne**. Tecnologia da sua obtenção e transformação Goiânia. Editora UFG. 2ª edição revista e ampliada.v.1p. 623, 2001.

Pathare, P. B.; Opara, U. L.; Al-Said, F. A. **Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review**. Food Bioprocess Technol. v. 6, p. 36–60, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0867-9>

Pelicano, E.R.L.; Souza, P.A.; Souza, H.B.A.; Oba, A.; Norkus, E.A.; Kodawara, L.M & Lima, T.M.A. **Effect of Different Probiotics on Broiler Carcass and Meat Quality**. Brazilian Journal of Poultry Science, v. 5, n. 3, p. 207-214, 2003. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2003000300009>

Penz Jr, A.M. **Rações peletizadas para frangos de corte**. In: Simpósio Goiano de Avicultura, 5., 2002, Goiânia. Anais... Goiânia: UFG, p.145-164, 2002.

Pérez-Vendrell, A.M.; Hernández, J.M.; Llauro, L.; Schierle, J & Brufau, J. **Influence of source and ratio of xanthophyll pigments on broiler chicken pigmentation and performance.** Poultry Science, v. 80, n. 2, p. 320-326, 2001. Doi: <https://doi.org/10.1093/ps/80.3.320>

Rabello, C.B.V.; Pinto, A.L.; Silva, E.P.; Lima, S.B.P. **Níveis de óleo de soja na dieta de poedeiras comerciais criadas em região de alta temperatura.** Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 2, n. 2, p.174- 182, 2007. Doi: <https://doi.org/10.5039/agraria.v2i2a1803>

Regina, R.; Solferini, O. **Produção de cultivares de ingredientes de alto valor nutricional: características e benefícios.** In: Simpósio Sobre Ingredientes na Alimentação Animal, 2., 2002, Uberlândia. Anais... Campinas: CBNA, p.105- 116, 2002.

Ribeiro, S.S. **Corn crop in the Brazil - Review.** Academic Week Scientific Journal 1(52):1, 2014.

Rodrigues, P.B.; Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Gomes, P.C.; Barboza, W.A & Santana. R.T. **Valores energéticos do milho, do milho e subprodutos do milho, determinados com frangos de corte e galos adultos.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 30, n. 6, p. 1767-1778, 2001. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000700015>

Sañudo, C. L. **Acalidad organoléptica de la carne con especial referencia a la especie ovina.** Factores que la determinan, métodos de medida y causas de variación. Facultad de Veterinaria - Departamento Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Zaragoza, p. 117, 1992.

Silva, E.C.; Ferreira, M.A.; Vêras, A.S.C.; Bispo, S.V.; Conceição, M.G.; Siqueira, M.C.B.; Salla, L.E & Souza, A.R.D.L. **Substituição do fubá de milho por germen integral de milho na dieta de ovinos.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 48, n. 4, p. 442-449, 2013. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000400013>

Souza. H. B. A. **Parâmetros físicos e sensoriais utilizados para avaliação de qualidade da carne de frango.** V Seminário Internacional de Aves e Suínos – AveSui 25,26,27 abril 2005. Florianópolis – SC, p.91-96., 2005.

Souza, P. S. **Comparação dos efeitos da temperatura de cocção e espessura da lâmina de corte na força máxima de cisalhamento Warner Bratzler, no Longissimusdorsae, determinação de um modelo matemático que correlacione estes parâmetros com a força máxima de cisalhamento.** PUBVET, Londrina, v. 2, n. 7, sem paginação, 2008.

Venturini, K. S. Sarcinelli, M.F.; Silva, L.C. **Características da Carne de Frango.** Espírito Santo: Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. 2007. Programa Institucional de Extensão, 2007. Disponível em: http://www.agais.com/telomc/b01307_caracteristicas_carnefrango.pdf. Acesso: 28 Jan. 2023.

Yunes, J. F. F. **Avaliação dos efeitos da adição de óleos vegetais como substitutos de gordura animal em mortadela.** 2010. 103f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/5683/YUNES%2c%20JOAO%20FELIPE%20FERRAZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso: 28 Jan. 2023.