

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CURSO DE ZOOTECNIA

TÁSSIA MAGALHÃES FLORENTINO

**ADIÇÃO DE ÓLEO DE MILHO BRUTO COM ALTA ACIDEZ EM RAÇÕES DE
FRANGOS DE CORTE E SUA INFLUÊNCIA NA TEXTURA DO FILÉ DE FRANGO
(*Pectoralis major*)**

UBERLÂNDIA – MG

2023

TÁSSIA MAGALHÃES FLORENTINO

**ADIÇÃO DE ÓLEO DE MILHO BRUTO COM ALTA ACIDEZ EM RAÇÕES DE
FRANGOS DE CORTE E SUA INFLUÊNCIA NA TEXTURA DO FILÉ DE FRANGO
(*Pectoralis major*)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Uberlândia, como requisito para
o recebimento do Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Lúcio Vilela Carneiro Girão.

UBERLÂNDIA–MG

2023

RESUMO

A produção brasileira de carne de frango deverá ter um crescimento de 1% em 2022, alcançando 14,4 milhões de toneladas. A importância de se manter a qualidade dos produtos cárneos cada vez mais tem sido cobrada pelos consumidores. A utilização de óleos e gorduras na nutrição de frangos de corte, proporcionam aumento da densidade energética, com menor incremento calórico em relação aos demais nutrientes. Seguindo a premissa da padronização das avaliações da textura este estudo teve por objetivo avaliar o perfil da textura em diferentes pontos do filé de peito de frango, além de correlacionar a influência do fornecimento de óleo de milho bruto com alta acidez com melhoria na qualidade do filé de frango. O experimento foi conduzido na Fazenda da Universidade Federal de Uberlândia (AVIEX-UFU). Foram utilizados 40 machos *Cobb Slow*, sendo alojados ao primeiro dia de vida permanecendo até o 42º dia de vida. Os tratamentos foram distribuídos em DIC delineamento inteiramente ao acaso, sendo 4 tratamentos com 10 repetições em caixa de 1,90 x 1,50m, distribuídos da seguinte forma: dieta à base de sorgo com óleo de soja degomado (OSS), dieta à base de sorgo com óleo de milho bruto com alta acidez (OMBAAS), dieta à base de milho com óleo de soja degomado (OSM) e dieta à base de milho com óleo de milho bruto com alta acidez (OMBAAM). Aos 42 dias de idade, ao final do experimento, 40 aves com peso médio (+/- 2,5%), foram eutanasiadas após jejum de 8 horas para avaliação da qualidade da carne. Foram colhidas 40 amostras do músculo peitoral (*Pectoralis major*) esquerdo das aves seguida as análises de textura em três diferentes pontos do músculo identificados com A (cranial), B (medial) e C (caudal) como também a avaliação da influência do fornecimento de dietas contendo OMBAA. Foram testadas as variáveis utilizando *Proc GLM S.A.S*, pelo teste de *Tukey*, com 5% significância e correlação de Pearson 5%. Os resultados mostraram diferenças na textura nos pontos do filé do peito, porém não houve influência dos diferentes óleos suplementados nas dietas fornecidas para frangos de corte. Não houve correlação ($P < 0,05$) entre as variáveis textura vs óleos, sendo observado somente a diferenças nas texturas nos diferentes pontos do filé. Assim, houve diferença na textura em pontos diferentes do músculo peitoral, sendo o ponto A o de melhor textura, no entanto, não houve influência da suplementação do OMBAA.

Palavras-chave: Gallus gallus; maciez; nutrição animal;

ABSTRACT

Brazilian chicken meat production is expected to grow by 1% in 2022, reaching 14,4 million tons. The importance of maintaining the quality of meat products increasingly being charged by consumers. The use of oils and fats in the nutrition of broilers provides an increase in energy density, with a lower caloric increment in relation to other nutrients. Following the premise of standardization of texture evaluations, this study aimed to evaluate the texture profile at different points of the chicken breast fillet, in addition to correlating the influence of the supply of raw corn oil with high acidity with improvement in the quality of the fillet. of chicken. The experiment was conducted at the Farm of the Federal University of Uberlândia (AVIEX-UFU). A total of 40 *Cobb Slow* males were used, being housed on the first day of life and remaining until the 42nd day of life. The treatments were distributed in a DIC completely randomized design, with 4 treatments with 10 replications in a 1.90 x 1.50 m box, distributed as follows: Sorghum Diet with Degummed Soybean Oil (OSS), Sorghum Diet with High Acid Raw Corn Oil (OMBAAS), Corn Diet with Degummed Soybean Oil (OSM) and Corn Diet with high acidity corn oil (OMBAAM). At 42 days of age, at the end of the experiment, 40 birds with average weight (+/- 2.5%) were euthanized after an 8-hour fast to evaluate meat quality. Forty samples of the left pectoral muscle (*Pectoralis major*) of the birds were collected, followed by texture analyzes at three different points of the muscle identified with A (cranial), B (medial) and C (caudal) as well as the evaluation of the influence of the supply of diets containing OMBAA. The variables were tested using Proc GLM S.A.S, by *Tukey's* test, with 5% significance and Pearson's correlation 5%. The results showed differences in texture in the breast fillet points, but there was no influence of the different oils supplemented in the diets provided to broilers. There was no correlation ($P < 0.05$) between the texture vs oils variables, being observed only the differences in the textures in the different points of the fillet. In this sense, the difference in texture at different points of the chicken fillet, however, there was no influence of OMBAA supplementation.

Keywords: Gallus gallus; softness; animal nutrition;

Sumário

1	INTRODUÇÃO	6
2	OBJETIVO	7
3	REFERENCIAL TEÓRICO	8
3.1	Importância da produção avícola	8
3.2	Mercado consumidor de carne de aves	8
3.3	Fibra muscular	9
3.4	<i>Pectoralis major</i>	9
3.5	Qualidade da carne	10
3.6	Força de cisalhamento	10
3.7	Óleos e gorduras na alimentação de frangos de corte	11
4	MATERIAIS E MÉTODOS	13
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
6	CONCLUSÃO	20
	REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

As perspectivas da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) a produção brasileira de carne de frango deverá ter um crescimento de 1% em 2022, alcançando 14,4 milhões de toneladas. Segundo o relatório da *United State Department of Agriculture* (USDA) os preços da carne de frango deverão permanecer elevados até o final de 2022 e até 2023. A previsão é baseada nos custos mais altos dos insumos, inflação doméstica e volatilidade externa.

Cerca de 70% do custo de produção de frangos de corte vem da alimentação (INNOCENTINI, 2009), dentro dos quais a energia responde pela maior parte desse custo (VASCONCELLOS et al., 2011).

A utilização de óleos e gorduras na nutrição de frangos de corte, proporcionam aumento da densidade energética, com menor incremento calórico em relação aos demais nutrientes, promovendo efeito benéfico no desempenho das aves (SAKOMURA et al., 2004). Segundo (BERTECHINI, 2012) destaca a melhora na palatabilidade, conversão alimentar, balanço energético das dietas, redução na perda de nutrientes, potencializando a absorção de nutrientes e retardando a passagem dos alimentos. Estes são apenas alguns efeitos benéficos do uso de gorduras nas formulações e são denominamos comumente de “efeitos extra-calóricos”.

Ainda hoje o óleo de soja é o mais utilizado na indústria de frangos de corte, contudo, oscilações nos preços fazem com que os produtores busquem ingredientes alternativos para reduzir custos (BOSA et al., 2012).

Tendo em vista os fatores fisiológicos e econômicos da utilização dos óleos como fonte de energia nas dietas de frango de corte, o óleo de milho bruto com alta acidez (OMBAA) tem sido considerado uma alternativa ao óleo de soja com boa viabilidade econômica. Fonte de carboidratos para fermentação alcoólica, o (OMBAA) é o resultado do processo em algumas usinas de cana-de-açúcar em períodos de entressafra (RODRIGUES FILHO; AZEVEDO, 2006).

Estudos têm demonstrado que esses coprodutos agroindustriais podem fornecer cerca de 3 trilhões de Mcal de energia metabolizável (EM) por ano (GOES et al., 2008). Portanto, o OMBAA tornou-se uma opção de ingrediente energético para a formulação de rações de

frangos de corte, podendo atuar tanto no desempenho quanto na qualidade da carcaça (VIEIRA et al., 2002).

Paralelo a isso, é importante avaliar a manutenção da qualidade dos produtos cárneos a serem comercializados, a partir da inserção de coprodutos industriais como OMBAA nas dietas de frango de corte. A avaliação instrumental pela mensuração da força de cisalhamento é um dos parâmetros de qualidade de carne e tem sido a principal ferramenta utilizada em estudos envolvendo a textura da carne.

No entanto, para que os resultados desses estudos possam ser analisados comparativamente, é necessário que os fatores de variação sejam minimizados. O tamanho e o formato da amostra, a orientação das fibras musculares, as condições do tratamento térmico que precede a análise e a temperatura das amostras no momento da análise são alguns dos parâmetros que devem ser padronizados, visando a maximizar a correlação da avaliação instrumental com a percepção sensorial da maciez (POSTE et al., 1993).

Além disso, os fatores relativos ao equipamento também devem ser padronizados. Diferenças na espessura, no formato, no ângulo e no comprimento das lâminas comprovadamente influenciam os valores de força de cisalhamento (APPLE et al., 1999). Por isso, o governo dos Estados Unidos, por meio do *United States Department of Agriculture* (USDA), o órgão federal responsável pelos assuntos ligados à agropecuária, padronizou os procedimentos para avaliação da força de cisalhamento da carne (WHEELER et al., 1997).

2 OBJTIVO

O objetivo deste trabalho foi investigar o perfil da textura em diferentes pontos do filé de peito de frango (*Pectoralis major*) usando lâmina padrão *WARNER-BRATZLER (WB)*, além de correlacionar a influência do fornecimento de óleo de milho bruto com alta acidez (OMBAA) como substituto do óleo de soja degomado (OSD) nas dietas de frango de corte sobre a textura do file de peito de frango desossados.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Importância da Produção Avícola

Segundo perspectivas da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) a produção brasileira de carne de frango deverá ter um crescimento de 1% em 2022, alcançando 14,4 milhões de toneladas. Essa alta deve se permanecer durante o ano de 2023, com uma projeção de crescimento em 5% na produção podendo chegar em 15 milhões de toneladas. Em relação ao mercado interno, em 2022 teve aumento de 0,5% em relação ao ano de 2021 alcançando 9,78 milhões de toneladas, sendo em 2023 com uma disponibilidade esperada de 9,8 milhões de toneladas. As exportações, por sua vez, totalizaram 375,6 mil de toneladas em novembro de 2022 superando em 12,2% referente ao mesmo período de 2021 com 334,7 mil toneladas. Entre os meses de janeiro a novembro de 2022, teve um alcance de 4,436 milhões de toneladas, superando em 5,6% do mesmo período do ano de 2021 com 4,198 milhões de toneladas.

3.2 Mercado Consumidor de Carne de Aves

A carne de frango é um dos alimentos mais presentes na mesa dos brasileiros, isso se deve por ser uma proteína de excelente qualidade e com preço acessível a população. O consumo em média de cada brasileiro é de 43 kg de carne de frango por ano, nas mais variáveis formas de processamento. Ainda por ser um setor com alta eficiência na produção e com alta qualidade sanitária, faz com que o Brasil se mantenha em primeiro lugar como exportador de carne de frango e segundo maior produtor do mundo, atendendo mais de 150 países (EMBRAPA).

No relatório da *United State Department of Agriculture* (USDA) os preços da carne de frango deverão permanecer elevados até o final de 2022 e até 2023. A previsão é baseada nos custos mais altos dos insumos, inflação doméstica e volatilidade externa. De janeiro a julho de 2022, o preço médio do frango resfriado foi de R\$ 7,27 (US\$ 1,42) o quilo e de R\$ 7,21 (US\$ 1,41) o quilo do frango congelado. Os preços de 2022 podem superar os recordes de 2021, sendo os preços de 2023 permanecerão elevados quando comparados aos anos anteriores. Esse aumento significativo nos preços do frango resfriado e congelado é resultado do aumento das demandas global e doméstica, aumento da inflação, dos preços dos insumos e energia. Ainda segundo o relatório da USDA com o conflito na Ucrânia, e a disseminação da gripe aviária nos principais países produtores de aves, os preços permaneceram em queda.

3.3 Fibra Muscular

O colágeno é uma proteína estrutural do tecido conectivo que compreende entre 20 e 25% do total de proteínas do corpo animal. Sua principal função no músculo é transmitir a força contrátil das unidades miofibrilares ao esqueleto para produzir movimento. É o principal componente dos ligamentos e tendões e constitui a rede proteica responsável pela estruturação e pelo suporte muscular. É um importante constituinte da qualidade da carne, uma vez que está diretamente relacionado com sua textura e maciez. A variação da maciez ocorre em função de fatores ante e *post-mortem*, entre eles raça ou genótipo, idade, sexo, tipo de corte da carcaça, conteúdo de gordura, quantidade e estado químico do tecido conectivo, entre outros (RAMOS & GOMIDE, 2007).

As células musculares são conhecidas como fibras musculares ou também como miócitos. São células alongadas, podendo ter um ou mais núcleos. Elas irão formar os tecidos musculares, que poderão ser de três tipos: muscular estriado cardíaco, muscular estriado esquelético ou muscular liso, cada um possuindo características funcionais e morfológicas próprias. No entanto, estes tipos de fibras musculares possuem em comum a característica a capacidade de gerar movimento pela contração. Isso se deve à presença de proteínas contráteis, principalmente actina e miosina. Estas proteínas estão organizadas de diferentes formas em cada tipo de tecido muscular. A cor avermelhada das fibras musculares é devido à mioglobina, uma proteína semelhante à hemoglobina presente nos glóbulos vermelhos, que cumpre o papel de conservar O₂ que vem da circulação para o metabolismo (BANKS, 1992).

3.4 Pectoralis Major

O *Pectoralis major* e *supracoracoideus* são os músculos que compõem o peitoral das aves (FERREIRA, 2014). O músculo *Pectoralis major* é o principal contribuinte do aumento de rendimento muscular em frangos de corte, e a seleção para maiores rendimentos de peito possui diferentes respostas no *Pectoralis major* quando comparado ao *supracoracoideus* (ZAPATA et al., 2012). Segundo Dyce e Wensing (2010), é o maior músculo do voo, tendo a porção torácica, como principal função, tracionar a asa cranialmente e, ao mesmo tempo, baixar a borda de comando da asa inteira, além de representar o maior componente muscular responsável pela força do movimento de descida e, da potência do movimento rítmico do bater

de asas. Ele tem origem na quilha do esterno e da clavícula, seguindo diretamente para a superfície ventral do tubérculo dorsal do úmero. Localiza-se dorsalmente ao rádio e seu curto tendão passa subcutâneamente sobre a superfície craniodorsal da articulação do carpo e termina na extremidade proximal do osso metacárpico (DYCE e WENSING, 2010). Segundo Vanden Berge (1975), este músculo é dividido em três porções: torácica, de maior massa muscular; propatagial, associada com o tensor propatagial; e abdominal representada como um feixe muscular cutâneo composto de dois feixes musculares (subcutâneo torácico e abdominal).

3.5 Qualidade da Carne

Muitos atributos são avaliados para definir a qualidade da carne frango, porém dentre as principais estão a cor, capacidade de retenção de água e textura.

Ismail e Joo (2017) relatam que para se produzir uma carne de frango de alta qualidade, é necessário entender os parâmetros de qualidade, bem como, os fatores que as controlam. Deste modo, o entendimento das características das fibras musculares e da qualidade da carne de frango atrelado com a taxa de crescimento rápido na indústria avícola devem ser pesquisados constantemente. A definição para a qualidade da carne de frangos de corte é difícil por tratar-se de um conceito complexo, uma vez que é determinado pelas preferências dos consumidores.

Entretanto, tal preferência está baseada nas respostas psicológicas e sensoriais únicas de cada indivíduo e que se relacionam diretamente aos cinco sentidos da percepção humana, tais como: audição, paladar, visão, olfato e tato (JOO et al., 2013). Fletcher (2002) afirmou que as principais características de qualidade da carne de aves são a aparência, textura, suculência, sabor e a funcionalidade. Segundo o autor, destes os mais importantes têm sido particularmente a aparência e a textura, em razão de influenciarem mais a seleção inicial e a satisfação final dos consumidores, respectivamente.

3.6 Força de Cisalhamento

A textura é outro fator bastante importante na percepção do consumidor quanto à qualidade da carne (BRESSAN, 1998). A textura da carne está intimamente relacionada à quantidade de água intramuscular e, portanto, à capacidade de retenção de água da carne, de modo que quanto maior o conteúdo de água fixada no músculo, maior a maciez da carne (ANADÓN, 2002). A textura da carne é determinada através de sua força de cisalhamento (BRESSAN, 1998).

A força de cisalhamento é utilizada para avaliar a maciez da carne. As medições da força de cisalhamento *Warner-Bratzler* (WB) são o indicador mais popular para a textura da carne (CULIOLI, 1995). O WB tem sido amplamente utilizado para prever a maciez ou qualidade da textura de filés de peito de frango (LYON; LYON, 2001).

Fatores como encurtamento do sarcômero, idade do frango e o teor de umidade da carne podem afetar negativamente a maciez da carne de peito de frango (MOREY; OWENS, 2017). No entanto, condições como a maturidade dos tecidos conjuntivos e o estado contrátil das proteínas miofibrilares são os principais contribuintes para a maciez da carne. A maturidade do tecido conjuntivo envolve as ligações cruzadas do colágeno no músculo, ou seja, à medida que o animal vai ficando mais velho essas ligações aumentam, bem como as ligações entre actina e miosina. Em contrapartida, o estado contrátil das proteínas miofibrilares relaciona-se com a taxa e gravidade do desenvolvimento do rigor mortis (FEINER, 2006; FLETCHER, 2002; MIR et al., 2017).

3.7 Óleos e Gorduras na Alimentação de Frangos de Corte

Na cadeia de produção avícola os maiores custos vêm da nutrição, esses gastos podem ultrapassar 70% dos custos totais (INNOCENTINI, 2009), sendo a energia corresponde pela grande parte desse custo (VASCONCELLOS et al., 2011). Óleo de soja é o mais utilizado na indústria de frangos de corte, e nesse sentido, com as oscilações nos preços dos produtos faz com que os produtores busquem fontes alternativas de energia com intuito de reduzir os custos (BOSA et al., 2012).

Óleos e gorduras são frequentemente utilizados na nutrição de frangos de corte, pois proporcionam aumento da densidade energética, com menor incremento calórico em relação aos demais nutrientes, promovendo efeito benéfico no desempenho das aves (SAKOMURA et al., 2004). Podem também auxiliar no balanço energético das dietas, fornecendo energia prontamente disponível para consumo, potencializando a absorção de nutrientes e retardando a passagem dos alimentos ocorrendo uma melhora na conversão alimentar e melhora na palatabilidade (BERTECHINI, 2012).

Esses benefícios do uso de gordura nas formulações são denominamos de “efeitos extra-calóricos”, que está ligado à maior energia líquida desta, uma vez que a deposição de gordura na ave é muito mais eficiente quando se utiliza a gordura dietética do que a síntese de ácidos graxos e glicerol a partir de precursores da acetil coenzima A (FRANCO, 1992). Dessa forma,

quando a gordura é incluída na dieta, ocorre redução da síntese de ácidos graxos e a ave dispõe de mais energia para os propósitos produtivos que se propõe. O efeito da gordura em aumentar o tempo de trânsito da digesta também foi destacado como resposta para seu efeito “extra-calórico” (MATEOS & SELL, 1981). Porém, em trabalhos conduzidos por Andreotti et al. (1999), observou-se redução no tempo de distância à medida que incluíram óleo na ração.

Tendo em vista os fatores fisiológicos e econômicos da utilização dos óleos como fonte de energia nas dietas de frango de corte, o óleo de milho bruto com alta acidez (OMBAA) tem sido considerado uma alternativa ao óleo de soja com boa viabilidade econômica. O OMBAA surgiu como resultado do crescimento da indústria da produção de álcool a partir do milho (fonte de carboidratos para fermentação alcoólica), sendo processado em algumas usinas de cana-de-açúcar durante o período de entressafra. Este óleo pode ter um alto potencial para uso em rações para aves e outros animais não ruminantes, substituindo as fontes tradicionais de lipídeos (RODRIGUES FILHO; AZEVEDO, 2006).

Vale ressaltar que a utilização de produtos regionais, como coprodutos agroindustriais, pode viabilizar ainda mais os custos de produção, em relação ao transporte e aquisição (RODRIGUES FILHO; AZEVEDO, 2006). Esses coprodutos não competem com a alimentação humana (ZAMBOM et al., 2001) e, se utilizados, não se acumulam no meio ambiente, principalmente no solo e na água, contribuindo para a produção animal sustentável e preservando os recursos naturais (BRAS et al., 2001). Estudos têm demonstrado que esses coprodutos agroindustriais podem fornecer cerca de 3 trilhões de Mcal de energia metabolizável (EM) por ano (GOES et al., 2008). Portanto, o OMBAA tornou-se uma opção de ingrediente energético para a formulação de rações de frangos de corte, podendo atuar tanto no desempenho quanto na qualidade da carcaça (VIEIRA et al., 2002).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda de Experimentação da Universidade Federal de Uberlândia no setor de Aves (AVIEX-UFU). Foram utilizados 40 machos *Cobb Slow*, sendo alojados ao primeiro dia de vida permanecendo até o 42º dia de vida, colocados em caixa de 1,90 x 1,50m. Os manejos de todas as fases de criação, seguiram o modelo praticado na fazenda experimental da Universidade Federal de Uberlândia, semelhante às práticas de manejo avícola industrial da região, associadas ao recomendado pelo manual da linhagem de ave utilizada neste experimento. O programa de luz natural-artificial, consistia em duas horas de escuridão nas primeiras duas semanas, quatro horas de escuridão na terceira semana e uma hora de escuridão até a sexta semana. O programa de alimentação teve quatro fases: ração pré-inicial (1-7 dias), ração inicial (8-21 dias), ração de engorda (22-35 dias) e ração de abate (36-42 dias). As aves receberam ração e água potável *ad libitum*. As dietas de cada fase eram isoenergéticas e isonutritivas, produzidas com milho ou sorgo, farelo de soja, fosfato dicálcico, calcário, NaCl (sal de cozinha) e pré-mistura de vitaminas. Na tabela 1 são apresentadas as composição e exigências nutricionais seguindo os valores médios bromatológicos das tabelas brasileiras de aves e suínos segundo (ROSTAGNO et al., 2017).

Os tratamentos foram distribuídos em DIC delineamento inteiramente ao acaso, sendo 4 tratamentos com 10 repetições, distribuídos da seguinte forma: dieta à base de sorgo com óleo de soja degomado (OSS), dieta à base de sorgo com óleo de milho bruto com alta acidez (OMBAAS), dieta à base de milho com óleo de soja degomado (OSM) e dieta à base de milho com óleo de milho bruto com alta acidez (OMBAAM).

Aos 42 dias de idade, ao final do experimento, 40 aves com peso médio 3,098 kg/ave (+/- 2,5%), foram eutanasiadas de acordo com as normas éticas e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA-UFU), sob Protocolo de Pesquisa nº 134/16, após jejum de 8 horas para avaliação da qualidade da carne.

Foram colhidas 40 amostras do músculo peito do lado esquerdo *Pectoralis major* (filé do peito de frango) de ave, aproximadamente 150 g, retiradas carcaça, em torno de 24 horas após o abate. As amostras foram embaladas e armazenadas congeladas (- 20°C). Posteriormente, as amostras foram descongeladas em refrigerador a 5°C durante 24 horas. Em seguida, amostras de 150 g, foram embaladas a vácuo e cozidas em banho-maria (85°C durante 1 hora) até que a temperatura interna do filé estabilizasse em 78° C. As temperaturas internas foram verificadas na parte mais espessa de cada filé com um termômetro digital portátil

equipado com uma sonda “tipo espeto”, marca comercial. O diagrama das amostras está apresentado na figura 1. Após essa etapa, foram colocadas sobre papel absorvente até chegarem à temperatura ambiente e então foram pesadas novamente para determinação da perda de água após cocção, segundo metodologia adaptada de Honikel (1998).

Para a avaliação da maciez foi utilizado o *texturômetro TA XT-Plus Texture Analyser 2i*, equipado com dispositivo *Warner-Bratzler*, sendo a velocidade de descida do dispositivo foi de 200 mm/min (AMSA,1995).

Tabela 1 - Composição e níveis nutricionais das rações experimentais utilizadas nos seguintes tratamentos.

Níveis nutricionais ³	Rações			
	Pré-inicial	Inicial	Engorda	Abate
EM (kcal kg ⁻¹)	2.955	3.054	3.152	3.200
Proteína Bruta (%)	22,4	21,2	19,9	18,9
Cálcio (%)	0,93	0,83	0,75	0,65
Fosforo disponível (%)	0,46	0,39	0,35	0,3
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,21
Metionina digestível (%)	0,66	0,6	0,56	0,51
Metionina+Cistina (%)	0,95	0,87	0,82	0,76
Treonina digestível (%)	0,85	0,78	0,72	0,68
Lisina digestível (%)	1,30	1,20	1,11	1,04
Triptofano digestível (%)	0,24	0,23	0,22	0,21

Ingredientes	Rações com milho (%)			
	Pré-inicial	Inicial	Engorda	Abate
Milho grão 8,2%	57,32	59,50	61,28	64,30
Farelo de soja 46.5%	36,88	34,07	31,52	28,85
ODS/OBMAA ²	1,75	2,83	3,95	4,04
Fosfato bicálcico	1,78	1,41	1,20	0,93
Calcário	0,84	0,90	0,84	0,77
Sal comum (NaCl)	0,45	0,45	0,43	0,43
DL-metionina	0,18	0,13	0,12	0,13
L-lisina em HCl	0,28	0,24	0,20	0,19
Premix mineral e vitamínico ¹	0,40	0,40	0,40	0,30
L-Threonine	0,11	0,08	0,05	0,04

Ingredientes	Rações com sorgo (%)			
	Pré-inicial	Inicial	Engorda	Abate
Sorgo grão 8,5%	54,73	56,80	60,14	63,30
Farelo de soja 46.5%	37,28	34,67	30,65	27,74
ODS/OBMAA ²	3,69	4,81	5,75	5,89
Fosfato bicálcico	1,89	1,52	1,32	1,06
Calcário	0,89	0,83	0,78	0,71
Sal comum (NaCl)	0,46	0,46	0,44	0,45
DL-metionina	0,21	0,16	0,16	0,20
L-lisina em HCl	0,31	0,26	0,27	0,28

Premix mineral e vitamínico ¹	0,40	0,40	0,40	0,30
L-Threonine	0,13	0,09	0,09	0,08

¹ Premix mineral/vitamínico inicial (composição por quilograma de ração); Metionina : 420,75g; Colina: 65,25g; Vit A: 2750000UI; Vit D3: 500000UI; Vit E: 4000UI; Vit K3: 375mg; Vit B1:300mg; Vit B2: 1125mg; Vit B6: 500mg; Vit B12: 4000mcg; Niacina: 8750mg; Ácido pantoténico: 2300mg; Ácido Fólico: 100mg; Biotina: 15mg; Fe: 7500mg; Cu: 2250mg; Mn: 15g; Zn: 15g; I: 250mg; Se: 62,5mg; Enramicina: 2500mg; Narasina:12,5g/Nicarbazina:12,5mg. Premix mineral/vitamínico engorda (composição por quilo de ração) – Metionina: 386,1g; Colina: 54,81g; Vit A: 2250000UI; Vit D3: 400000UI; Vit E: 3500UI; Vit K3: 375mg; Vit B1:250mg; Vit B2: 1000mg; Vit B6: 450mg; Vit B12: 3000mcg; Niacina: 7500mg; Ácido pantoténico: 2070mg; Ácido Fólico: 75mg; Biotin: 12,5mg; Fe: 7500mg; Cu: 2250mg; Mn: 15g; Zn: 15g; I: 250mg; Se: 62,5mg; Avilamicina: 2500mg; Salinomicina: 15g. Premix mineral/vitamínico abate (composição por quilo de ração): Metionina: 301,95g; Colina: 43,48g; Vit A: 900000UI; Vit D3: 150000UI; Vit E: 1500UI; Vit K3: 150mg; Vit B1:90mg; Vit B2: 300mg; Vit B6: 120mg; Vit B12: 900mcg; Niacina: 1500mg; Ácido Pantoténico: 1104mg; Biotina: 4,5mg; Fe: 10g; Cu: 3000mg; Mn: 20g; Zn: 20g; I: 333,33mg; Se: 60mg. ²ODS: Óleo degomado de soja; OBMAA: Óleo de milho bruto com alta acidez.; ³Exigência nutricional média apresentada por Rostagno et al. (2017).

Figura 1 - Diagrama do esquema para seccionar o filé de peito de frango cozido para obter porções de teste ou tiras de 1,9 cm para medidas de maciez



Das 40 amostras usadas para determinação da perda de água por cocção, retiramos uma faixa seguindo as fibras musculares com 1,9 cm, os quais colocamos as fibras no sentido perpendicular a *probe* do aparelho *Warner-Blatzler*. A largura das tiras foi removida do filé do peito cortando ao lado de um gabarito alinhado paralelamente às fibras musculares e adjacente à extremidade cranial (ver Figura 1). Cada tira foi cisalhada em 3 locais identificados com A (cranial), B (medial) e C (caudal), e as alturas em cada ponto de cisalhamento foram

padronizadas para evitar variação. A força máxima medida para cortar as tiras foi expresso como Newtons.

As variáveis foram checadas quanto à normalidade e submetidas à análise de variância (ANOVA) pelo procedimento GLM (*General Linear Models*) do pacote estatístico SAS (2008), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) e Correlação de Person ($P < 0,05$) para as análises estatísticas complementares.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de textura (maciez) nos três diferentes pontos (A, B e C) dos filés de frango (músculo *Pectoralis major*) estão apresentados na tabela 2. Observa-se que existe diferença ($P < 0,001$) entre a maciez nos diferentes pontos propostos para avaliação da maciez no músculo *Pectoralis major*. O ponto A, porção mais cranial do filé de frango apresentou maiores resultados para maciez (maior resistência) em comparação com os pontos B e C, mais caudais, apresentando os valores (3,55 N; 2,44 N e 2,51 N), respectivamente em *Newtons*. Os pontos B e C avaliados não apresentaram resultados diferentes ($P > 0,05$).

Essas respostas podem ser explicadas em partes, pelo fato de o *Pectoralis major* ser o músculo mais volumoso do corpo da ave, sendo o músculo responsável pelo voo, o que traciona a asa cranialmente e, ao mesmo tempo, comanda como baixar a borda de comando da asa inteira (DYCE e WENSING, 2010). Neste sentido, existem fibras musculares posicionadas de formas diferentes no músculo *Pectoralis major* que dependendo da posição anatômica poderia ser afetada pela avaliação do fragmento retirado para análise da textura.

Logo, é possível verificar que anatomicamente, o músculo *Pectoralis major* é dividido em três porções: torácica, de maior massa muscular; proptagial, associada com o tensor proptagial; e abdominal representada como um feixe muscular cutâneo composto de dois feixes musculares (VANDEN BERGE, 1975), o que mostra que existe uma grande possibilidade de influência nas análises de textura, quando este não segue uma padronização na retirada dos fragmentos para respectiva análise.

Tabela 2 - Resultados de maciez nos segmentos A, B e C de filés de frango (Músculo *Pectoralis major*)

Textura (maciez) ¹	Cortes do filé de frango			CV% ²	SEM ³	P-valor ⁴
	A	B	C			
Newtons	3,55 ^b	2,44 ^a	2,51 ^a	29,79	0,093	<0,001
Newtons/segundos	4,69	3,70	3,62	35,88	0,165	0,057

¹Médias correspondentes aos três pontos avaliados no filé de frango (músculo *Pectoralis major*); ^{a c b} Foram encontradas diferenças na maciez ($P < 0,001$) pelo teste de *Tukey*, com significância de 5%; ²CV(%) corresponde ao coeficiente de variação; ³SEM corresponde ao maior erro-padrão encontrado; ⁴Probabilidade estatística.

Diferenças nas medições de força entre locais intramusculares de filés de frango foram demonstrados por outros pesquisadores. Papa e Lyon (1989) relataram que para filés de frango com osso e quentes, os valores médios de dureza (kgf) medidos por perfil de textura na localização craniana do músculo *Pectoralis major* eram maiores significativamente que nas partes médias e caudais do mesmo músculo. Outro possível motivo, seria em relação ao desenvolvimento do *rigor mortis* no músculo. Apesar de todos os filés terem sido congelados após 24 h para posterior análise, após o estabelecimento do *rigor mortis*, existe a formação de interações químicas e físicas, muitas vezes irreversíveis entre as fibras musculares, o que podem, em partes, explicar estes resultados.

Os resultados deste estudo podem demonstrar ainda mais as variações da textura ou maciez e suas relações entre os diferentes pontos dentro dos filés de peito de frango (ZHUANG et. al., 2007; ZHUANG e SAVAGE, 2009). Os resultados também devem ser úteis para pesquisadores avícolas em relação a qualidade da carne, para melhor compreender os resultados da análise de textura publicada e planejar projetos experimentais.

Na tabela 3 são mostrados os resultados de maciez dos files de frangos, alimentados com diferentes dietas contendo óleo de milho bruto com alta acidez (co-produto da produção do álcool) e as demais dietas contendo milho, sorgo e óleo degomado de soja. Podemos verificar que o fornecimento de diferentes óleos em dietas baseadas em milho e/ou sorgo, não influenciaram a maciez do filé de frango ($P = 0,410$ e $P = 0,630$). Além disso, não foram encontradas correlações que justificassem a utilização em conjunto das variáveis (correlação $< 0,50$) das diferentes dietas *versus* textura dos diferentes pontos nos filés de frango, deixando explícito que as variáveis apresentam independência.

Tabela 3 - Resultados das dietas fornecidas à base de sorgo com óleo de soja degomado (OSS), dieta à base de sorgo com OMBAA (OMBAAS), dieta à base de milho com óleo de soja degomado (OSM) e dieta à base de milho com OMBAA (OMBAAM), sobre de maciez dos filés de frango (Músculo *Pectoralis major*).

Textura (maciez) ¹	Dietas ²				CV% ³	SEM ⁴	P-valor ⁵
	OSS	OMBAAS	OSM	OMBAAM			
Newtons	2,88	2,97	2,81	2,68	34,73	0,125	0,410
Newtons/segundos	3,91	3,99	4,00	3,92	38,21	0,192	0,630

¹Médias correspondentes aos filés de frango (músculo *Pectoralis major*); ²Dieta com sorgo e óleo de soja (OSS); dieta à base de sorgo com óleo de milho bruto com alta acidez (OMBAAS), dieta à base de milho com óleo de soja degomado (OSM) e dieta à base de milho com OMBAA (OMBAAM).; Não encontradas diferenças na maciez ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey, com

significância de 5%; ³CV(%) corresponde ao coeficiente de variação; ⁴SEM corresponde ao maior erro-padrão encontrado; ⁵Probabilidade estatística.

Foram observadas diferenças para a variável força de cisalhamento, onde os peitos dos frangos suplementados apenas com óleo de soja apresentaram menor resistência ao rompimento das fibras da carne (DELBEM, 2014). Os ácidos graxos poli-insaturados parecem estar envolvidos indiretamente na síntese de colágeno, influenciando assim, a textura da carne (DELBEM, 2014). Liu et al. (2004) avaliaram a influência dos ácidos graxos sobre a matriz orgânica e verificaram menor nível de ligações cruzadas de colágeno em tecidos de aves alimentadas com óleo de soja. Alguns estudos indicam que a integridade das ligações cruzadas de colágeno é importante para determinar a contribuição desta proteína para a textura da carne (BAILEY, 1985).

A oxidação dos ácidos graxos de uma fonte lipídica acarreta uma série de fatores indesejáveis, tais como: redução do valor energético do ingrediente, alteração das características organolépticas (cor, odor e sabor), diminuição da palatabilidade, alteração da textura e consistência, além de causar deterioração de outros nutrientes solúveis em gorduras, como as vitaminas (BUTOLO, 2001). Logo, o experimento em questão não apresentou piora e nem melhora na textura, o que pode ser considerado um resultado coerente.

Santos et. al. (2017) não encontraram diferenças nas variáveis de rendimento de carcaça entre as rações à base de milho/sorgo, contendo óleo de milho bruto com alta acidez. Da mesma forma, Lara et al. (2006) não encontraram diferenças nos rendimentos de cortes em um estudo comparando óleo de soja, óleo de vísceras e óleo de soja ácido fornecidos a frangos de corte até o abate. De certa forma, podemos inferir que estes resultados apesar de não serem diretamente sobre maciez, também podem confirmar os resultados do nosso estudo com uso óleo ácido (OMBAA), pois maciez é apenas um dos atributos relacionados a avaliação da qualidade de carne.

6 CONCLUSÃO

Os resultados mostram variações na maciez em diferentes pontos do músculo *Pectoralis major*, sendo o ponto A com maior força em N, ou seja, maior resistência para o rompimento das fibras musculares, levando em consideração a localização na qual o musculo foi retirado. Já os pontos B e C apresentaram menor resistência no rompimento dessas fibras musculares, gerando uma maior maciez. Contudo não houve mudança na textura dos filés de frango de animais que consumiram óleo de milho bruto com alta acidez, como também não houve correlação entre o fornecimento de óleos e a textura em diferentes pontos dos filés.

REFERÊNCIAS

- ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. <https://abpa-br.org/?s=produ%C3%A7%C3%A3o+brasileira+de+carne+de+frango>. Acesso em: 02 fev. 2023.
- AJUYAH, A.O.; LEE, K.H.; HARDIN, R.T.; SIM, J.S. **Changes in the fatty acid composition of whole carcass and selected meat portions of broiler chicks fed full-fat oil seeds**. *Poultry Science*, v.70, n.11, p.2304-2314, 1991.
- ALMEIDA, A.P.S. **Efeito do óleo de linhaça no desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de frangos de corte**. 2007. 99f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba.
- American Meat Science Association (AMSA). **Research guidelines for 26 cookery sensory and instrumental tenderness measurement of fresh meat**. Chicago, 27 48 p. 1995.
- ANDREOTTI, M.O.; JUNQUEIRA, O.M.; BARBOSA, M.J.B. et al. Influência da fonte energética no tempo de trânsito de rações para frangos de corte. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGROPOLES AND AGRO-INDUSTRIAL TECHNOLOGICAL PARKS, 1999, Barretos. **Anais [...]** Barretos: AGROTEC'99, 1999. p.412-415.
- APPLE, J.K. Cooking and shearing methodology effects on warner-bratzler shear force values of pork. **Journal of Muscle Foods**, v.10, n.3, p.269-277, 1999. Disponível em: <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/119938665/PDFSTART>. Acesso em: 12 set. 2021.
- ASGHAR, A. Effects of dietary oils and α -tocopherol supplementation on membranal lipid oxidation in broiler meat. **Journal of Food Science**, v.55, n.1, p.46-60, 1990.
- BAILEY, A.J. The Role of Collagen in the Development of Muscle and Relationship to Eating Quality. **Journal of Animal Science**, v.60, p.1580-87, 1985.
- BANKS, W.J. **Tecido muscular**. *In: Histologia veterinária aplicada*. 2. ed. São Paulo: Manole., 1992. cap. 13, p. 215-236.
- BARROETA, A.C. Nutritive Value of Poultry Meat: relationship between vitamin E and PUFA. **World's Poultry Science Journal**, v. 63, n.2, p.277-284, jun, 2007.
- BASF. **Vitamin E in Animal nutrition and management**: BASF Reference Manual. Universidade de Wisconsin – Madison. BASF Corp. 1993, 266 p.
- BATISTA, E. S.; COSTA, A. G. V.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Adição da vitamina E aos alimentos: implicações para os alimentos e para a saúde humana. Adding vitamin E to

foods: implications for the foods and for human health. **Revista de Nutrição**, v. 20, n. 5, p. 525-535, set/out, 2007.

BATISTA, P. S. **Tempos de recuperação da avicultura brasileira**. Anualpec, p. 237-239, 2001.

BERAQUET, N. **Influência de fatores ante e pos mortem na qualidade da carne de aves**. Revista Brasileira de Ciência Avícola, v. 1, n. 2, p. 155-166, 1999.

BERRY, B.W. Tenderness of beef loin steaks as influenced by marbling level, removal subcutaneous fat, and cooking method. **Journal of Animal Science**, v.71, n.9, p.2412-2419, 1993. Disponível em: <http://jas.fass.org/cgi/reprint/71/9/2412>. Acesso em: 12 set. 2021.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. 2. ed. Lavras: UFLA Editora, 2012. 375 p.

BOSA, R.; FATURI, C.; VASCONCELOS, H. G. R.; CARDOSO, A. M.; RAMOS, A. F. O.; AZEVEDO, J. C. **Consumo e digestibilidade aparente de dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de coco para alimentação de ovinos**. Acta Scientiarum. Animal Sciences, Maringá, v. 34, n. 1, p. 57-62, 2012.

BOTTERWECK, A. A. M. **Intake of butylated hydroxyanisole and BHA**. **Food Chemistry and Toxicology**, v.38, p. 599-605, 2000.

BOU, R. **Influence of dietary fat source, α -tocopherol, and ascorbic acid supplementation on sensory quality of dark chicken meat**. **Poultry Science**, v. 80, p.1-8, 2001.

BRAGA, J.P.; BAIÃO, N.C. **Suplementação lipídica no desempenho de aves em altas temperaturas**. **Arquivo Brasileiro de Veterinária e Zootecnia**, n.31, p.23-28, 2001.

BRAGAGNOLO, N. **Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol**. II Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína: anais de encontro via Internet. 2001.

BRÁS, P.; POSSENTI, R. A.; BUENO, M. S.; CANOVA, E. B.; SCHAMMAS, E. A. Avaliação nutricional de coprodutos da extração de óleos vegetais em dieta de ovinos. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 71, n. 2, p. 160-175, 2014.

CAI, K. **Meat quality traits and proteome profile of woody broiler breast (*Pectoralis major*) meat**. **Poultry Science**, v. 97, p. 337–346, 2018.

CAINE, W.R. Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of breed rib steaks. **Meat Science**, v.64, n.4, p.333-339, 2003.

CULIOLI, J. 1995. **Maciez da carne: Avaliação mecânica**. Páginas 239-263 In Expression of Tissue Proteinases and Regulation of Protein Degradation Conforme Related to Meat Quality. A. Ouali, DI DeMeyer e FJM Smulders, ed. ECCEAMST, Utrecht, Holanda.

DVIR Z. **Isocinética: avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas**. 1ª ed. Barueri: Manole; 2002.

DYCE, K.M.; WENSING, C.J.G. Anatomy of birds. *In*: (Ed.). **Textbook of veterinary anatomy**. 4ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2010. Cap. 37, p. 784-813.

FRANCIS, S.J. et al. The effect of coring method on beef Longissimus muscle shear force values. **Journal of Animal Science**, v.52, n.6, p.1294-1297, 1981. Disponível em: <http://jas.fass.org/cgi/reprint/52/6/1294?maxtoshow=&hits=10&RESULTFORMAT=&andor exactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=20&sortspec=relevance&volume=52&resourcetype=HWCIT>. Acesso em: 12 set. 2021.

FRANCO, S.G. **Programas de alimentação e fontes de óleo para frangos de corte**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1992. 118p. (Tese Doutorado em Produção Animal) - Universidade Estadual Paulista, 1998.

GOES, R. H. T. B.; TRAMONTINI, R. C. M.; ALMEIDA, G. D.; CARDIM, S. T.; RIBEIRO, J.; OLIVEIRA, L. A.; MOROTTI, F.; BRABES, K. C. S.; OLIVEIRA, E. R. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de diferentes subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação de bovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador**, v. 9, n. 3, p. 715-725, 2008.

GONZALES, E.; SARTORI, J. R. **Crescimento e metabolismo muscular**. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L; GONZALES, E. (Ed.). Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 279-297.

[https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-aves#:~:text=Em%20m%C3%A9dia%2C%20cada%20brasileiro%20consome,salsichas%2C%20alimentos%20prontos%20etc\)](https://www.embrapa.br/qualidade-da-carne/carne-aves#:~:text=Em%20m%C3%A9dia%2C%20cada%20brasileiro%20consome,salsichas%2C%20alimentos%20prontos%20etc).). Acesso em: 02 fev. 2023.

INNOCENTINI; R. C. P. **Análise dos custos de produção de frangos de corte nos sistemas integrado e independente**. Veterinária Notícias, Uberlândia, v. 15. n. 2, p. 9-16, 2009.

LIRA, G. M. **Influência do colágeno sobre a textura de carnes**. Higiene Alimentar, São Paulo, v. 11, n. 48, p. 12-18, 1997.

LYON, BG E CE LYON. 2001. **Qualidade da Carne: Sensorial e avaliações instrumentais**. Páginas 97-120 em Processamento de Carne de Aves. AR Sams, ed. CRC Press, Boca Raton, FL.

MATEOS, G.G.; SELL, j.l. **Influence of fat and carbohydrate source on rate of food passage of semipurified diets for laying hens**. Poultry Science, v.60, p.2114-2119, 1981.

MOREIRA, J.; MENDES, A. A.; ROÇA, R. O.; GARCIA, E. A.; NAAS, I. A.; GARCIA, R. G.; ALMEIDA, I. C. L. **Efeito da densidade populacional sobre desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne em frangos de corte de diferentes linhagens.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 33, n. 6, p. 1506-1519, 2004.

MOREY, A.; OWENS, C. M. **Methods for Measuring Meat Texture.** In: PETRACCI, M.; BERRI, C. (Eds.). **Poultry Quality Evaluation: Quality Attributes and Consumer Values.** 1. ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2017. p. 115–132.

NAKAMURA, R.; SEKOGUCHI, S.; SATO, Y. **The contribution of intramuscular collagen to the tenderness of meat from chickens with different ages.** Poultry Science, Campaign, v. 54, p. 1604- 1612, 1975.

OLIVEIRA, F.A. de, SALVADOR, F.C. **Determinação da contaminação microbiológica da carne de frango na cidade de Apucarana e Califórnia PR** Revista F@pciência, Apucarana PR, ISSN 1984 2333, v 8, n. 15, p. 159 171, 2011. Disponível em <http://docplayer.com.br/38169678Revistaapucaranapriissnv8n-p.html>. Acessado em: 27 set. 2021.

PEARSON, A. M.; YOUNG, R. B. **Muscle and meat biochemistry.** San Diego: Academic Press, 1989. P.457.

PETRACCI, M.; CAVANI, C. **Muscle Growth and Poultry Meat Quality Issues.** *Nutrients*, v. 4, p. 1–12, 2012.

RODRIGUES FILHO, J. A.; AZEVEDO, G. P. C. **Instalações zootécnicas.** In: VEIGA, J. B. da. (Ed.). **Criação de gado leiteiro na Zona Bragantina.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. p. 51-58.

SAKOMURA, N. K.; DEL BIANCHI, M.; PIZAURO, J. M.; CAFÉ, M. B.; FREITAS, E. R. **Efeito da idade dos frangos de corte sobre a atividade enzimática e digestibilidade dos nutrientes do farelo de soja e da soja integral.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 924-935, 2004.

SANDUSKY, C.L.; HEATH, J.L. **Growth characteristics of selected broiler muscles as affected by age and experimental pen design.** Poultry Science, v.67, n.11, p.1557-1567, 1988.

SOUZA, P.S. **Comparação dos efeitos da temperatura de cocção e espessura da lâmina de corte na força máxima de cisalhamento Warner-Bratzler, no *Longissimus dorsi* e determinação de um modelo matemático que correlacione estes parâmetros com a força máxima de cisalhamento.** *PubVet*, v.2, n.7, ed.18, art.155, 2008. Disponível em: <http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=149>. Acesso em: 29 set. 2021.

United States Department of Agriculture (USDA). **Poultry and Products Annual – Brazil. Poultry and Products Annual.** Brasil 2020. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Po>

ultry%20and%20Products%20Annual_Brasilia_Brazil_09-01-2021.pdf. Acesso em: 02 fev. 2023.

VASCONCELLOS, C. H. F.; FONTES, D. O.; LARA, L. J. C.; VIDAL, T. Z. B.; SILVA, M. A.; SILVA, P. C. **Determinação da energia metabolizável e balanço de nitrogênio de dietas com diferentes teores de proteína bruta para frangos de corte.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v. 63, n. 3, p. 659-669, 2011.

VIEIRA, N.M. & DIAS, R.S. **Uma abordagem sistêmica da avicultura de corte na economia brasileira.** In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIEDADE RURAL, 43, 2005, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto: SOBER, 2005.

WHEELER, T.L. Standardizing collection and interpretation of Warner-Bratzler shear force and sensory tenderness data. **Proceedings of the Reciprocal Meat Conference**, v.50, p.68-77, 1997. Disponível em:
<http://www.ars.usda.gov/sp2userfiles/place/54380530/1997500068.pdf>. Acesso em: 29 set. 2021.

ZAMBOM, M. A.; SANTOS, G. T.; MODESTO, E. C.; ALCALDE, C. R.; GONÇALVES, G. D.; SILVA, D. C.; SILVA, K. T.; FAUSTINO, J. O. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 937-943, 2001.

ZAPATA, I. Effect of monochromatic light of the sarcoplasmic proteins in the pectoralis major and supracoracoideus breast muscle in 2 chicken genotypes. **Poultry Science**, Champaning, v.9, n. 7, p. 1654-1659, July,2012.

ZHUANG, H.; SAVAGE, E.M. **Variation and Pearson correlation coefficients of Warner-Bratzler shear force measurements within broiler breast fillets.** **Poultry Science**, v.88, n.1, p.214-220, 2009.