

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS  
CAMPUS DE DRACENA**

**Caroline Gomes Azevedo**

Graduanda de Zootecnia

**Influência de ácidos orgânicos sobre a qualidade da carne de  
frangos de corte desafiados com água contaminada com  
excretas e cama reutilizada**

Dracena

2021

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS  
CAMPUS DE DRACENA**

**Caroline Gomes Azevedo**

Graduanda de Zootecnia

**Influência de ácidos orgânicos sobre a qualidade da  
carne de frangos de corte desafiados com água  
contaminada com excretas e cama reutilizada**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de Ciências  
Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Câmpus  
de Dracena como parte das exigências  
para conclusão do curso.

Orientadora: Profa. Assoc. Valquíria Cação Cruz-Polycarpo

Dracena

2021



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Dracena



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JULIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS  
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Influência de ácidos orgânicos sobre a qualidade da carne de frangos de corte desafiados com água contaminada com excretas e cama reutilizada

Modalidade: Trabalho de pesquisa

Autor: Caroline Gomes Azevedo

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Assoc. Valquíria Cação Cruz-Polycarpo

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 08/12/2021

Valquíria Cação Cruz-  
Polycarpo

Cristiana Andrighetto

Gustavo do Valle  
Polycarpo

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Caroline Gomes Azevedo, nascida em 23 de fevereiro de 1999, na cidade de Junqueirópolis/SP. Iniciou a graduação no ano de 2017. Em maio de 2019 ingressou no grupo PET (Programa de Educação Tutorial) como não bolsista, e a partir de setembro de 2019 se tornou bolsista, permanecendo no grupo até fevereiro de 2020. Em 2019 também realizou Programa de Treinamento na área de Avicultura, sob a supervisão da Profa. Associada Valquíria Cação Cruz-Polycarpo, assim permanecendo no grupo para auxílio de outros experimentos que foram realizados até o final da graduação. Durante o período sob tutoria da Profa. Associada Valquíria Cação Cruz-Polycarpo, ocorreu o desenvolvimento de uma iniciação científica, registrada como PIBIC com bolsa.

## DEDICATÓRIA

A minha mãe Nilza Gomes Azevedo, meu pai Altair Azevedo e meu irmão Maurício Azevedo, que me acompanharam e me possibilitaram mais essa conquista, foram e são fundamentais para a minha vida pessoal e profissional.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por me permitir estar passando por essa etapa, que é só o começo de uma jornada, colocando muitas pessoas especiais em meu caminho, me fortalecendo, ensinando, guiando e ajudando a ser cada dia uma pessoa melhor.

A minha imensa gratidão a toda minha família, em especial a minha mãe Nilza Pereira Gomes Azevedo que é minha grande companheira, minha amiga e que esteve presente até nas avaliações da pesquisa, e ao meu pai Altair Pereira de Azevedo, por serem o motivo de minhas inspirações, e por ajudar a me tornar a pessoa que sou hoje. Sempre estiveram presentes, apoiando, dando forças para que eu continuasse essa etapa, dando suporte e incentivo. E também ao meu irmão Maurício Gomes Azevedo, que foi um grande companheiro nessas idas e vindas até a faculdade, mas que já encerrou essa fase a um tempinho atrás.

Um agradecimento especial para minha orientadora Profa. Dra. Valquíria Cação Cruz-Polycarpo, por todas as oportunidades que me deu, por todos os conhecimentos passados, e sempre com muito carinho, paciência e compreensão, sou muito grata e orgulhosa por ser orientada por uma professora excelente tanto profissionalmente, como pessoa. Agradeço também a Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP - Câmpus de Dracena, que foi a peça chave para minha formação, com toda infraestrutura, como galpão experimental de frangos onde foi realizado o atual experimento. À PIBIC por ter concedido uma bolsa de estudo para a realização dessa pesquisa. Obrigada aos membros da banca que aceitaram o convite para participar, a todas as pessoas administrativo e todo corpo docente da instituição, que acolhem tão bem os alunos. Também aos grupos LANSA (Laboratório de Nutrição e Saúde de aves) e NUCLEM (Núcleo de Estudos em Monogástricos), por todo companheirismo e aprendizado com cada integrante dos grupos. À Profa. Dra. Cristiana Andrighetto, uma pessoa do coração enorme, me ajudou durante as análises e me passou grandes conhecimentos.

À todos da turma de Zootecnia XVI, em especial as que se tornaram minhas grandes amigas, a Beatriz, Heloize, Jéssica e Lidiane, criamos uma

conexão desde o início da graduação e que vai permanecer para a vida, elas sempre me apoiaram em momentos bons e ruins, sempre juntas tanto para passar as noites estudando como outras noites festando, nosso famoso grupo das Luluzinhas, e agora com um mascotinho fofo que a Jéssica nos presenteou como sobrinho, o José Henrique.

“O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia.”  
(ROBERT COLLIER).



## RESUMO

Com a proibição da União Europeia do uso de antibióticos na alimentação de frangos de corte houve a necessidade de buscar alternativas e uma delas tem sido a inclusão de ácidos orgânicos. Esses aditivos possuem como vantagens alterar o pH do trato gastrointestinal e modificar a composição da microbiota intestinal. Sabe-se ainda que o mercado consumidor apresenta grande exigência quanto aos parâmetros físicos da carne, buscando uma carne de qualidade. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar as características qualitativas da carne de frangos de corte alimentados com dietas contendo ácidos orgânicos na forma isolada-protegida e/ou como *blend*, em substituição aos antibióticos promotores de crescimento desafiados com água de bebida contaminada com cama reutilizada. Foram utilizados 900 pintos de corte, machos, com um dia de idade, da linhagem Ross®, sendo distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições, contendo 30 aves por repetição. Os tratamentos consistiram de: T1 - Controle negativo - Ração basal (RB); T2 - Controle positivo - RB com inclusão de antibiótico; T3 - RB com inclusão de ácido butírico protegido com glicerina; T4 - RB com inclusão de um *blend* de ácido láctico, ácido fórmico e cinamaldeído; T5 - RB com inclusão de ácido butírico protegido com glicerina + *blend* de ácido láctico, ácido fórmico e cinamaldeído. As aves foram submetidas a um desafio sanitário que consistiu no fornecimento via oral de água contaminada com cama de aviário reutilizada. Aos 42 dias de idade foram sacrificadas 30 aves para a coleta dos peitos (seis aves/tratamento). Foram analisadas as seguintes variáveis de qualidade de carne: cor; pH; capacidade de retenção de água (CRA); perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC). As análises dos dados foram realizadas com auxílio do SAS Institute (2012) com critério de 5% de significância. Os dados foram submetidos a análise de variância pelo procedimento Modelo Linear Generalizado (GLM), e as variáveis que ocorreram efeito significativo as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com 5% de significância. Foi observada diferença apenas para a variável de cor L\* (luminosidade). As demais variáveis como pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC) e cor (a\* e b\*) não mostraram diferença estatística entre as diferentes suplementações realizadas. Os ácidos orgânicos podem ser recomendados para substituição da avilamicina, pois não promove alterações na qualidade da carne.

**Palavras-chave:** características organolépticas, aves, nutrição, ácido butírico, avilamicina.

## ABSTRACT

With the European Union's ban on the use of antibiotics in broiler feed, there was a need to look for alternatives and one of them has been the addition of liquids. These additives have the advantage of changing the pH of the gastrointestinal tract and modifying the composition of the intestinal microbiota. It is also known that the consumer market is very demanding in terms of regular meat parameters, seeking quality meat. Given the above, the aim of this study was to evaluate the quality of meat from broilers fed with diets containing acids in isolated-protected form and/or as a blend, in replacement of growth-promoting antibiotics challenged with drinking water contaminated with reused litter. . 900 male, one-day-old broiler chicks of the Ross® strain were used, distributed in a completely randomized design, with five treatments and six replicates, containing 30 birds per replicate. Treatments consisted of: T1 - Negative control - Basal feed (RB) (non-challenged birds); T2 - Positive control - RB with inclusion of antibiotics; T3 - RB including glycerin-protected butyric acid; T4 - RB including a blend of lactic acid, formic acid and cinnamaldehyde; T5 - RB with inclusion of butyric acid protected with glycerin + blend of lactic acid, formic acid and cinnamaldehyde. The birds were submitted to a sanitary challenge which consisted of the oral supply of contaminated water with reused poultry litter. At 42 days of age, 30 birds were sacrificed for breast collection (six / treatment). The following meat quality variables were analyzed: coloration; pH; water holding capacity (CRA); cooking weight loss (PPC) and shear force (FC). Data analyzes were performed with the help of the SAS Institute (2012) with a 5% significance criterion. Data were identified as an analysis of variance by the Generalized Linear Model (GLM) procedure, and as variables that had a significant effect as means compared by Tukey's test with 5% significance. Difference was observed only for the color variable L \* (luminosity). Variables such as pH, water holding capacity (CRA), cooking weight loss (PPC), shear force (FC) and color (a \* and b \*) do not differentiate between the different supplements performed. Organic acids can be recommended to replace avilamycin, as it does not promote changes in meat quality.

**Keywords:** organoleptic characteristics, poultry, nutrition, butyric acid, avilamycin.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Peito do frango aos 42 dias de idade, lado direito e esquerdo.....	24
<b>Figura 2</b> - Determinação do pH da carne com o uso do eletrodo de inserção (Hanna, HI 99163).....	25
<b>Figura 3</b> - Etapas para determinação da capacidade de retenção de água.....	26
<b>Figura 4</b> - Etapas para colocação das amostras em banho-maria e amostras já em banho-maria a 85°C.....	26
<b>Figura 5</b> - Amostras após 30 minutos no banho-maria, resfriamento e pesagem....	27
<b>Figura 6</b> - Amostras cortadas em sentido paralelo das para mensurar a força de cisalhamento.....	27
<b>Figura 7</b> - Procedimento para análise para determinação da força de cisalhamento	28
<b>Figura 8</b> - Leituras de reflectância de luz para determinação da cor da carne com o Colorímetro Konica Minolta (CR-400).....	29
<b>Figura 9</b> - Comparação de cor dos filés de peito de frango do tratamento CN e ABG+BAO, respectivamente.....	33
<b>Figura 10</b> - Alterações globais de cor ( $\Delta E_{CN/ATB}$ , $\Delta E_{CN/ABG}$ , $\Delta E_{CN/BAO}$ e $\Delta E_{CN/ABG+BAO}$ ) em amostras do músculo <i>Pectoralis major</i> de frangos de corte aos 42 dias de idade, relacionando os tratamentos com o controle negativo.....	35
<b>Figura 11</b> - Alterações globais de cor ( $\Delta E_{ATB/ABG}$ , $\Delta E_{ATB/BAO}$ e $\Delta E_{ATB/ABG+BAO}$ ) em amostras do músculo <i>Pectoralis major</i> de frangos de corte aos 42 dias de idade, relacionando os tratamentos com o controle positivo (dieta com antibiótico).....	36

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Composição centesimal e valores calculados das dietas experimentais.....	23
<b>Tabela 2</b> - Valores de pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC) e cor da carne de peito de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com dietas suplementadas com ácido butírico protegido e/ou <i>blend</i> de ácidos orgânicos em alternativa à avilamicina.....	29

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	15
2 OBJETIVO.....	16
3 REVISÃO DE LITERATURA .....	17
3.1 Ácidos orgânicos.....	17
3.2 Óleos essenciais.....	18
3.3 Qualidade de carne.....	19
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	21
4.1 Desafio sanitário .....	24
4.2 Características avaliadas.....	24
4.2.1 pH.....	25
4.2.2 Capacidade de retenção de água.....	25
4.2.3 Perda de peso por cozimento .....	26
4.2.4 Força de cisalhamento.....	27
4.2.5 Cor.....	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
6 CONCLUSÃO.....	37
7 REFERÊNCIAS .....	37

## 1 INTRODUÇÃO

A avicultura tem sido uma atividade de grande destaque no agronegócio brasileiro. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial e se mantém na liderança como exportador de carne de frangos (TALAMINI, 2020). A linha de produção de frangos de corte no Brasil, por ser um rápido ciclo produtivo, tem vantagens competitivas, o que traz grandes privilégios, como o fato da avicultura de corte ter um baixo custo, atrair consumidores de diferentes classes sociais, além do que, a carne representa grande fonte de proteína para a alimentação humana (RECK e SCHULTZ, 2016).

Com o aumento da produtividade e a intensificação da criação de frangos de corte houve a necessidade do uso de antibióticos para proteger o organismo animal de patógenos, mantendo sua saúde, e conseqüentemente, melhorando seu desempenho (LIEN *et al.*, 2007). Porém, como medida cautelar de possível resistência microbiana, a União Europeia, em 2006, proibiu o uso dos antibióticos, trazendo a necessidade de se buscar alternativas que possam substituí-los (SALAZAR *et al.*, 2008).

Desse modo os ácidos orgânicos surgem como uma das alternativas para substituir os antibióticos promotores de crescimento na dieta animal, sendo que eles podem agir sobre a microbiota do trato gastrintestinal proporcionando a integridade intestinal, sem que aconteça perdas no desempenho (ZANELATO, 2009). Sua suplementação, como fonte de ácido orgânico não revestido, pode levar a absorção ou inatividade da molécula antes de atingir a porção distal do intestino delgado (VAN DER WIELEN *et al.*, 2002). Portanto, para que haja aproveitamento no trato intestinal total e ceco é necessária a microencapsulação dos ácidos orgânicos, processo de empacotamento do produto em cápsulas extremamente pequenas que liberarão o conteúdo de forma controlada e sob condições específicas (REBELLO, 2009). A microencapsulação promove uma melhora na mistura dos ácidos orgânicos na ração, resultando em um fácil fornecimento e manejo aos animais (MEUNIER *et al.*, 2007; SPANGHERO *et al.*, 2009).

Além do ácido orgânico como aditivo substituto do antibiótico para ser utilizado na ração, também se utiliza os óleos essenciais. De acordo com Fernandes *et al.* (2015), o fornecimento de óleos essenciais em substituição aos promotores de crescimento na dieta das aves permite melhora da flora intestinal, resultando em um

melhor desempenho produtivo das mesmas, pois os óleos essenciais impedem que bactérias patogênicas se alojem na mucosa intestinal. Óleos essenciais são compostos secundários gerados através das plantas (WOLFFENBUTTEL, 2016). Segundo Reis *et al.* (2018), frangos de corte com dietas contendo uma combinação comercial de óleos essenciais, como carvacrol, timol e aldeído cinâmico, como alternativa para substituição dos antibióticos, não causam danos no nível de produtividade zootécnica das aves. Os óleos essenciais, como o carvacrol que é oriundo do orégano e cinamaldeído que é extraído da canela, são substâncias que possuem atividade antimicrobiana, além de terem ações antioxidantes, anti-inflamatórias e propriedades analgésicas (Petrolli *et al.*, 2012; Suntres *et al.*, 2015; Liu *et al.*, 2019; Galli *et al.*, 2020).

Características de qualidade da carne podem ser afetadas através de diversos fatores, como, idade, sexo, nutrição, manejo, transporte, temperatura ambiente, tempo de jejum e métodos de apanha das aves. Contudo, o mercado consumidor apresenta grande exigência quanto aos parâmetros físicos da carne, aparência, textura e palatabilidade, buscando uma carne de qualidade. Qualidade da carne é composta por várias propriedades como aroma, sabor, maciez, suculência, cor, pH, vida de prateleira, composição centesimal, perfil de ácidos graxos, e a microbiologia da carne (ALVES *et al.*, 2016).

Diante do exposto e, sabendo-se que o consumidor é atraído por uma carne de qualidade, essa pesquisa buscará entender os efeitos dos ácidos orgânicos, como alternativa ao antibiótico promotor de crescimento, sobre as características qualitativas da carne de frangos de corte.

## **2 OBJETIVO**

O objetivo deste estudo foi avaliar frangos de corte alimentados com dietas contendo ácidos orgânicos na forma isolada-protégida e/ou como *blend*, em substituição aos antibióticos promotores de crescimento sobre as características qualitativas da carne dos frangos, desafiados com água de bebida contaminada com cama reutilizada.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Ácidos orgânicos

O crescimento no fornecimento de ácidos orgânicos em rações para aves vem crescendo ao longo dos últimos anos e essa utilização se deve ao seu efeito inibidor sobre o desenvolvimento microbiano (GAMA, 2000). São constituintes naturais, componentes de tecidos vegetais e/ou animais, sua formação acontece através da fermentação microbiana e podem agir como controladores da carga microbiana no trato digestório, promovendo melhorias da morfologia intestinal, sem causar resistência microbiana como os antibióticos. Na fermentação microbiana que é promovida no trato intestinal acontece a produção de ácidos orgânicos que determina um importante fornecimento energético para os animais (LANGHOUT, 2005; MENTEN *et al.*, 2014). Os ácidos orgânicos são compostos baseados em carbono e cuja estrutura abrange o grupo funcional ácido carboxílico (ORTIZ, 2018).

Os ácidos orgânicos que são mais usados na alimentação animal são os monocarboxílicos, como o propiônico, butírico, fórmico e acético, e os com o grupo hidroxila, como benzóico, tartárico, láctico, cítrico e málico, componentes naturais de animais e plantas (PICKLER *et al.*, 2012). As ações dos ácidos orgânicos são variadas, como, possuir a competência em reduzir o pH dos alimentos, que pode melhorar a conservação dos mesmos, agir como flavorizante, e atrasando a degradação enzimática (ESPÍNDOLA, 2016). Segundo Dibner e Buttin (2002) através da redução no pH do trato gastrointestinal os ácidos orgânicos reduzem a carga bacteriana no trato digestivo, diminuindo assim, a carga de microrganismos patogênicos. Além disso, esse efeito redutor do pH gástrico pode resultar também em um aumento da proteólise e conseqüentemente, melhoria na digestão e absorção das proteínas e dos aminoácidos circulantes (MENTEN *et al.*, 2014).

De acordo com Bellaver e Schuermman (2004), entre as razões para que os ácidos orgânicos tenham influência nutricional em aves, está a baixa produção de HCL em dietas com elevada capacidade tamponante e também devido a porção microbiana presente sobre os animais. Também fornecem melhorias à saúde intestinal dos frangos de corte com resultados positivos no controle da *Salmonella enteritidis* simultaneamente com a *Eimeria tenella* (CALAÇA *et al.*, 2019).



A forma de ação dos ácidos orgânicos sobre o epitélio intestinal decorre devido a diminuição de bactérias patogênicas. Essa diminuição acontece pela eficácia em reduzir o pH no meio intestinal, na dificuldade da adesão das bactérias ao epitélio, viabilizando epitélios com menores danos devido a multiplicação bacteriana (SALAZAR *et al.*, 2008).

Os ácidos orgânicos possuem propriedades físicas e químicas específicas: pH, concentração, constante de acidez (pKa), capacidade tampão, entre outras. Desta forma, a utilização de um *blend* de ácidos orgânicos pode ter um espectro mais amplo de atividade antimicrobiana, e efeitos sinérgicos no desempenho de crescimento e utilização de nutrientes. Além disto, a utilização do *blend* de ácidos orgânicos estabelece uma estratégia para superar a inconsistência dos estudos com o uso de apenas um ácido orgânico na dieta de animais (NG; KOH, 2017).

Os *blends* de ácidos orgânicos apresentam grande importância, pois cada ácido em conjunto potencializará seus resultados, conforme suas ações (HAYASHI, 2020). O ácido butírico é fonte de energia disponível para as células epiteliais do intestino e gera sua multiplicação e diferenciação (DALMASSO *et al.*, 2008).

Os ácidos orgânicos quando utilizados em forma de *blends*, com outros tipos de ácidos orgânicos (ex: ácido fórmico e propiônico) ou com outros aditivos (óleos, enzimas e outros), têm sua ação potencializadas (RAMOS, 2021).

### **3.2 Óleos essenciais**

Os óleos essenciais são extraídos de plantas, possuem uma vasta gama de efeitos farmacológicos, podendo ser utilizados como medicamentos para várias enfermidades, mas seus efeitos dependem da composição química e da sua concentração (Marchese *et al.*, 2017). Além do mais, os óleos essenciais são muito utilizados nas indústrias por possuírem propriedades antimicrobianas, antioxidantes, hipolipemiante, estimulante digestivo, antiviral, anti-parasítico, anti-toxigênico, inseticida, inibidor de odor e controlador de amônia (Koiyama, 2012, Jayasena & Jo, 2013). De acordo com os autores, os componentes que estão presentes nos óleos essenciais estimulam a produção de enzimas com melhor digestibilidade dos nutrientes, fatores que são considerados de grande importância para a estabilização da microbiota intestinal (Leite *et al.*, 2012).

O uso de óleo essencial tem apontado importância em virtude de suas propriedades naturais antimicrobianas e antioxidantes que podem acarretar mudança na microbiota intestinal e demais efeitos benéficos ao animal (MOUNIA *et al.*, 2018). Segundo Toledo *et al.* (2007) diversos dos componentes dos óleos essenciais apresentam características antimicrobianas, como, inibição de crescimento de leveduras, fungos e bactérias. A atividade antimicrobiana dos óleos essenciais apresenta maior benefício para os animais de produção, ainda que o exato mecanismo antimicrobiano ainda não esteja totalmente esclarecido (Leite *et al.*, 2012).

De acordo com os mecanismos de ação, os óleos essenciais surgem como alternativa na alimentação isenta de antibióticos (Jesus, 2010). A utilização dele tem demonstrado eficácia e segurança no controle das infecções animais (NOSTRO *et al.*, 2004). O fornecimento de óleos essenciais na dieta de frangos de corte, ajuda a melhorar os índices zootécnicos, como no ganho de peso diário e conversão alimentar (Kim *et al.*, 2016).

Cinamaldeído é um componente extraído do óleo de canela que tem ação de estimular a secreção de enzimas pancreáticas e intestinais (JAMROZ *et al.*, 2005). O cinamaldeído apresenta atividade antimicrobiana por causa da sua lipofilicidade de terpenóides e fenilpropanóides que atravessam a membrana, atingindo o interior das células e causando uma danificação no sistema enzimático bacteriano (FERNANDES *et al.*, 2015). A inclusão deste componente em dietas de frangos de corte pode substituir a utilização de antibiótico como promotor de crescimento, sem que tenha perda no desempenho zootécnico, no rendimento de carcaça e dos seus cortes, além do mais, apresenta melhora na saúde intestinal e qualidade da carne das aves (Bosseti, 2020).

### **3.3 Qualidade de carne**

A avicultura de corte tem apontado grandes avanços na área de nutrição, sanidade e manejo, com o objetivo de proporcionar às aves condições para apresentar seu potencial genético para a conversão de alimento em carne. Contudo, a preocupação com a qualidade do produto vem aumentando, visto que o consumidor está cada vez mais exigente. Fatores que afetam a qualidade produto final são inumeráveis e podem ser contidos nas diversas fases de criação ou até mesmo durante o abate e processamento (MENDES & KOMIYAMA, 2011). Tendo em vista

que a carne de frango tem rico teor de proteínas e que são constituídas por aminoácidos essenciais, o consumo de carne do peito é indicado para todas as idades, até mesmo para pessoas que tenham riscos cardiovasculares, pois a taxa de colesterol é baixa, além de possuir gorduras de boa qualidade, tendo em vista que grande parte são de gorduras mono e poli-insaturadas (VENTURINI; SARCINELLI; SILVA, 2007).

Para a indústria de carne, o termo “qualidade” é utilizado para descrever as características gerais da carne, assim como suas propriedades químicas, físicas, microbianas, sensoriais, bioquímicas tecnológicas, nutricionais e culinárias (MIR *et al.*, 2017).

A qualidade da carne pode ser comprometida tanto com o animal vivo, durante ou até mesmo após o abate. Fatores como idade, nutrição, sexo, manejo, temperatura ambiente, tempo de jejum, métodos de apanha das aves na granja e transporte, afetam de maneira direta a qualidade da carne de aves (ALVES *et al.*, 2016).

A qualidade da carne de frangos está diretamente relacionada a fatores como capacidade de retenção de água (CRA), cor, perda de peso por cozimento (PPC), maciez, pH, dentre outras (OLIVO, 2006; SANFELICE *et al.*, 2010).

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 (OSÓRIO E OSÓRIO, 2000; ORDONEZ, 2005).

De acordo com os estudos, logo após o abate a carne continua em processo bioquímico, onde o condutor energético do músculo é transformado em glicogênio láctico por meio da ação de várias enzimas. Com isso, o pH da carne do frango tem uma queda devido à formação ácida, sendo que a carne do peito deve apresentar pH final entre 5,7 e 5,9. Após 24 horas, se o pH estiver acima de 6,2, que dizer que a carne de frango se encontra com grande retenção de água, o que resulta na cor escura, caracterizando a carne DFD (*dark, firm, dry* – escura, dura e seca). Caso o pH se encontre inferior a 5,8 em menos de 4 horas, caracteriza-se como uma carne PSE (*pale, soft, exudative* – pálida, mole e exsudativa), com características de baixa retenção de água, aspecto pálido e mole (VENTURINI *et al.*, 2007).

A cor da carne, entre os parâmetros sensoriais, é o que tem maior importância, pois esse fator influencia diretamente na escolha dos produtos pelos consumidores, em que o critério de maior decisão é conforme a aparência da carne (ALVES *et al.*, 2016). O componente que determina a cor da carne é a mioglobina, pois quanto maior

a musculatura e a atividade muscular do animal, maior será o teor de mioglobina, resultando em uma carne mais escura. Outros fatores que influenciam na cor da carne são a idade, sexo, alimentação e habitat do animal (VENTURINI *et al.*, 2007).

Para uma produção de frangos com a cor ideal, é necessário observar algumas variáveis, como realizar manejo de maneira correta, obter cuidados durante a apanha, fornecimento de água e alimentos de boa qualidade, cuidados durante a pendura, processamento, atordoamento correto e escaldagem. Deve-se atentar às condições físicas que os animais estão no pré abate, pois influenciam diretamente na cor da carne (SELANI, 2010). Um outro parâmetro que deve ser bem rigoroso para obter cor de carne ideal é a realização da sangria completa, pois se a sangria for incorreta pode resultar em uma carne avermelhada e afetar os órgãos em termos de qualidade (MENDES, 2017).

A perda de peso por cozimento é um parâmetro de suma importância, pois está ligada ao desempenho da amostra durante a cocção, a aparência que antecede o cozimento e a palatabilidade. Esta análise, normalmente é realizada com o músculo *Pectoralis major*, corte localizado no peito da ave (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Segundo Mendes & Komiyama (2011) variáveis como o estresse calórico influenciam na capacidade de retenção de água, tendo então um aumento nos valores comparados a animais em bem-estar. Além do mais, têm um efeito direto durante no armazenamento, visto que quando os tecidos têm pouca capacidade de retenção de água, ocorre perda de umidade e conseqüentemente de peso, durante seu armazenamento (GONÇALVES *et al.*, 2009).

De acordo com Orłowski *et al.* (2018) o uso de óleos essenciais na produção de frangos de corte melhora a qualidade da carne em nível sensorial. Abudabos *et al.* (2014) já tinham descrito que a suplementação de ácidos orgânicos na alimentação melhora as características de qualidade da carne do peito de frangos de corte.

#### **4 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, câmpus de Dracena, no galpão para frangos de corte do Setor de Avicultura. Todos

os procedimentos realizados foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA, desta instituição, registrada com o protocolo no 10/2020/SP1.

Foram alojados 900 pintos de corte, machos, com um dia de idade, da linhagem Ross®, vacinados previamente contra Gumboro, Marek e Bouda aviária. As aves foram alojadas em aviário experimental com 30 boxes de 2,5m<sup>2</sup>, sendo distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições, contendo 30 aves por repetição. Os tratamentos foram: T1 - Controle negativo - Ração basal (RB); T2 - Controle positivo - RB com inclusão de antibiótico; T3 - RB com inclusão de ácido butírico protegido com glicerina; T4 - RB com inclusão de um *blend* de ácido láctico, ácido fórmico e cinamaldeído; T5 - RB com inclusão de ácido butírico protegido com glicerina + *blend* de ácido láctico, ácido fórmico e cinamaldeído.

O programa de arraçamento foi dividido em quatro fases: pré-inicial, 1 a 7 dias; inicial, 8 a 21 dias; crescimento, 22 a 33 dias; e final, 34 a 42 dias; sendo as rações formuladas a base de milho e farelo de soja, conforme recomendações de ROSTAGNO *et al.* (2017) (Tabela 1). Água e a ração foram fornecidas *ad libitum*.

Os ácidos orgânicos utilizados neste experimento são produtos comerciais e foram fornecidos pela empresa responsável pelos produtos. O ácido protegido que foi utilizado contém mono, di e triglicerídeos de ácido butírico (60%) em sílica, contendo inclusão de 500 g/t de ração para as fases pré-inicial e inicial e 250 g/t de ração para as fases de crescimento e final. O *blend* é composto por 22,60% de ácido láctico, 17,20% de ácido fórmico e 1,50% de cinamaldeído, com inclusão de 2 kg/t de ração para as fases pré-inicial, inicial e crescimento e, 1 kg/t de ração para fase final.

A diferença na proporção dos ácidos em cada produto é devido a forma de ação de cada um deles. O ácido na forma livre inicia um processo de dissociação assim que entra no organismo da ave. Com o contato com os órgãos do trato digestório que obtém um pH ácido, quando este alcança o intestino delgado a concentração já não é mais a mesma oferecida como no início. Já, o ácido protegido, tem a proteção do triglicerídeo, chegando no local desejado com atuação em maior concentração, por causa dos lipídios serem digeridos apenas no início do intestino delgado, prevenindo a dissociação deste ácido nos órgãos anteriores.

O antibiótico utilizado foi a avilamicina 20% (50 g/t, com 10 g de atividade de avilamicina).

**Tabela 1.** Composição centesimal e valores calculados das dietas experimentais.

Composição (%)	Dietas <sup>1</sup>			
	Pré-inicial	Inicial	Crescimento	Terminação
Milho	57,005	58,585	63,766	69,557
Farelo de Soja	36,071	34,058	28,623	23,900
Óleo de Soja	2,469	3,245	3,819	3,407
Cloreto de Colina <sup>60</sup>	0,072	0,064	0,057	0,043
Sal Comum	0,534	0,517	0,493	0,466
Fosfato Bicálcico	1,645	1,449	1,520	0,993
Calcário Calcítico	1,151	1,048	0,730	0,783
L-Lisina	0,238	0,238	0,245	0,252
DL- Metionina	0,319	0,302	0,257	0,216
L-Treonina	0,045	0,041	0,035	0,028
Suplemento Mineral <sup>2</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplemento Vitamínico <sup>3</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100
Inerte (Caulim) <sup>4</sup>	0,105	0,300	0,300	0,200
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
Valores Calculados				
EM (kcal/kg)	2.975	3.050	3.150	3.200
PB (%)	21,29	20,48	18,40	16,68
Met dig <sup>5</sup> . (%)	0,628	0,601	0,532	0,472
Met + Cis dig <sup>5</sup> . (%)	0,967	0,929	0,832	0,750
Lisina dig <sup>5</sup> . (%)	1,307	1,256	1,124	1,014
Treonina dig <sup>5</sup> . (%)	0,863	0,829	0,742	0,669
Triptofano dig <sup>5</sup> . (%)	0,265	0,253	0,221	0,195
Valina dig <sup>5</sup> . (%)	1,006	0,967	0,865	0,781
Cálcio (%)	0,971	0,878	0,758	0,634
Fósforo dig (%)	0,407	0,368	0,374	0,271
Sódio (%)	0,225	0,218	0,208	0,197
Colina (mg/kg)	375	330	300	225
Ác. linoleico (%)	2,633	3,057	3,422	3,283

<sup>1</sup>Pré-inicial, 1-7 dias de idade; Inicial: 8-21 dias de idade; Crescimento: 22-33 dias de idade; Final: 34-42 dias de idade.

<sup>2</sup>Suplemento mineral para todas as fases de criação (níveis de garantia por kg de ração): cobre 18 g/kg, iodo 2000 mg/kg, zinco 130 g/kg, ferro 70 g/kg, manganês 140 g/kg.

<sup>3</sup>Suplemento vitamínico para frangos de corte para todas as fases de criação (níveis de garantia por kg de ração): Vitamina A (mínimo), 9.000.000UI/kg; Vitamina D3 (mínimo), 2.500.000UI/kg; Vitamina E (mínimo), 25.000UI/kg; Vitamina K3 (mínimo), 1.700mg/kg; Vitamina B1 (mínimo), 2.000mg/kg; Vitamina B2 (mínimo), 6.000mg/kg; Vitamina B6 (mínimo), 3.000mg/kg; Vitamina B12 (mínimo), 15.000mcg/kg; Ácido Fólico (mínimo), 1.000mg/kg; Ácido Pantoténico (mínimo), 11,9g/kg; Biotina (mínimo), 80mg/kg; Niacina (mínimo), 38g/kg; Selênio (mínimo), 280mg/kg.

<sup>4</sup>Os tratamentos foram obtidos pela inclusão dos aditivos em substituição ao caulim. Dieta com antibióticos: 0,005% avilamicina sódica. ácido butírico protegido: 0,05% nas fases pré-inicial e inicial e 0,025% nas fases de crescimento e final. Dieta com *blend*: 0,2% nas fases pré inicial, inicial e crescimento e 0,1% na fase final.

<sup>5</sup>Valores digestíveis.

#### 4.1 Desafio sanitário

Nas primeiras duas semanas, os bebedouros foram higienizados duas vezes por semana e nas semanas seguintes do experimento foram lavados todos os dias. Ao atingirem sete dias de idade, as aves foram submetidas à ingestão de água contaminada com cama. Contudo, procedeu-se à mistura de 1kg de cama de aviário reutilizada para cada 4 litros de água, sendo a mistura filtrada. As aves passaram por um jejum hídrico com duração de duas horas, e logo após foi fornecida a mistura nos bebedouros (BARBOSA *et al.*, 2011).

#### 4.2 Características avaliadas

Aos 42 dias de idade foram sacrificadas 30 aves para a coleta dos peitos (6/tratamento). Estes peitos foram cortados ao meio e separados em “direito” e “esquerdo”, totalizando 60 peitos (Figura 1).

**Figura 1.** Peito do frango aos 42 dias de idade, lado direito e esquerdo.



Fonte: Dados do próprio autor, 2021.

Após a coleta, todos os peitos foram acondicionados na geladeira por um período de 24 horas. Em seguida, eles foram congelados à 20°C até o momento de usá-los nas análises, para não acontecerem perdas das características dos mesmos. Foram realizadas análises das seguintes variáveis de qualidade de carne, utilizando-se o lado “esquerdo” do peito: cor, pH e capacidade de retenção de água. Para os

lados “direito” dos peitos foram realizadas as seguintes análises: perdas de peso por cozimento e força de cisalhamento.

#### 4.2.1 pH

A avaliação de pH foi analisada por meio do eletrodo de inserção (Hanna, HI 8314) com sistema de identificação digital e sensor de compensação de temperatura (Tec 530) (Figura 2).

**Figura 2.** Determinação do pH da carne com o uso do eletrodo de inserção (Hanna, HI 99163).



Fonte: Dados do próprio autor, 2021.

#### 4.2.2 Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água (CRA) foi determinada pelo método de Hamm (1960), com a utilização de 2 g de músculo desossado, que foram inseridos entre dois papéis filtro e placas de acrílico e submetidos a uma pressão de 10 kg durante 5 minutos (Figura 3). Seguidamente, as amostras foram pesadas novamente para determinar a CRA, demonstrada em porcentagem, de acordo com a fórmula:  $(\text{peso final} \times 100) / \text{peso inicial}$ .



**Figura 3.** Etapas para determinação da capacidade de retenção de água.



Fonte: Dados do próprio autor, 2021.

#### 4.2.3 Perda de peso por cozimento

Para realização das perdas de peso por cozimento (PPC) foi usado o lado direito do peito. As amostras foram descongeladas em temperatura ambiente e, logo após foram devidamente identificadas e pesadas em balança semi-analítica. Foram inseridas em embalagens plásticas e cozidas em banho-maria a 85°C por 30 minutos (Figura 4).

**Figura 4.** Etapas para colocação das amostras em banho-maria e amostras já em banho-maria a 85°C.



Fonte: Dados do próprio autor, 2021.

Após resfriamento à temperatura ambiente, as amostras foram pesadas em balança semi-analítica (Figura 5) e, determinados os valores por meio da fórmula:

(peso inicial – peso final) x 100/peso inicial, segundo metodologia descrita por Honikel (1987).

**Figura 5.** Amostras após 30 minutos no banho-maria, resfriamento e pesagem.



Fonte: Dados do próprio autor, 2021.

#### 4.2.4 Força de cisalhamento

Para a determinação da força de cisalhamento (FC) foram obtidas 5 sub-amostras com uma área de seção transversal igual a 1 x 1 cm (altura x largura) e comprimento de aproximadamente 3 cm, cortados paralelamente ao sentido das fibras da carne de cada amostra cozida (Figura 6).

**Figura 6.** Amostras cortadas em sentido paralelo das fibras para mensurar a força de cisalhamento.



Fonte: Dados do próprio autor, 2021.

De imediato, foram posicionadas de modo que as fibras ficaram orientadas perpendicularmente ao dispositivo de cisalhamento Warner-Bratzler acoplado ao analisador de textura CT3 (Brookfield, EUA) (Figura 7), sendo o resultado expresso em Newton (N) segundo Lyon, Lyon e Dickens (1998).

**Figura 7.** Procedimento para análise de determinação da força de cisalhamento.



Fonte: Dados do próprio autor, 2021.

#### 4.2.5 Cor

A cor da carne foi determinada utilizando-se o colorímetro Konica Minolta (CR-400), de acordo com o sistema CIELAB, através de leituras de reflectância de luz em três dimensões: L\* (luminosidade), a\* (teor de vermelho) e b\* (teor de amarelo), através de leitura em três pontos distintos do músculo *Pectoralis major* na superfície ventral e no meio da seção cranial (HONIKEL, 1998) (Figura 8). O teor de cores é classificado em L\*, a\* e b\*, que são valores numéricos que definem a propriedade de cada cor. Para analisar a situação de uma cor em relação a uma referência, foi criada uma fórmula matemática chamada Delta-E, com sua abreviação  $\Delta E$ . O  $\Delta E$  nada mais é do que a diferença ou a distância entre duas cores utilizando o espaço L\*, a\* e b\* para definir os valores de cada cor. A fórmula utilizada para chegar nessas análises é  $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{0,5}$ .

**Figura 8.** Leituras de reflectância de luz para determinação da cor da carne com o Colorímetro Konica Minolta (CR-400).



Fonte: Dados do próprio autor, 2021.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados demonstrados a seguir (Tabela 2) apresentam os resultados de qualidade da carne do peito de frangos de corte aos 42 dias de idade.

**Tabela 2.** Valores de pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC) e cor da carne de peito de frangos de corte aos 42 dias de idade alimentados com dietas suplementadas com ácido butírico protegido e/ou *blend* de ácidos orgânicos em alternativa à avilamicina.

Variáveis <sup>2</sup>	Dietas <sup>1</sup>					EPM <sup>3</sup>	P
	CN	ATB	ABG	BAO	ABG+BAO		
pH	6,02	6,22	6,03	6,10	6,00	0,039	0,380
CRA (%)	84,64	79,72	85,38	79,00	81,04	1,354	0,479
PPC (%)	24,72	26,23	27,40	27,59	27,18	0,766	0,778
FC (N)	25,82	23,20	25,04	25,63	25,75	1,273	0,970
L*	52,52 a	53,17 ab	52,20 a	55,26 ab	59,15 b	0,770	0,013
a*	6,46	6,39	8,07	6,36	4,61	0,429	0,157
b*	8,66	7,60	9,57	8,75	9,66	0,306	0,203

<sup>1</sup>CN: controle negativo, dieta basal sem inclusão de aditivos; ATB: controle positivo, dieta com antibiótico avilamicina sódica 0,005%; ABG: ácido butírico protegido com glicerina, 0,05% nas fases pré-inicial e inicial

e 0,025% nas fases de crescimento e final; BAO: dieta com *blend* de ácidos orgânicos, 0,2% nas fases pré inicial, inicial e crescimento e 0,1% na fase final.

<sup>2</sup>CRA, capacidade de retenção de água; PPC, perdas de peso por cozimento; FC, força de cisalhamento; L\*, luminosidade; a\*, teor de vermelho; b\*, teor de amarelo.

<sup>3</sup>EPM, erro padrão da média.

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

Nota-se diferença ( $P < 0,05$ ) apenas para luminosidade. As demais variáveis não mostraram diferença estatística entre as diferentes suplementações realizadas.

Na análise de pH, verificou-se valores pH acima do que o recomendado. Segundo Venturini, Sarcinelli e Silva (2007) o pH final da carne de peito de frangos de corte tem um valor variável de 5,7 a 5,9 para carnes consideradas normais. O músculo vivo tem um pH médio em torno de 7,2. Contudo, logo após o abate, a carne continua em processo bioquímico e inicia a queda do pH fisiológico, resultado do processo de *rigor mortis*, em que durante este processo há produção de ácido lático, devido a glicólise anaeróbica, fazendo o pH diminuir e apresentar o valor final entre 5,7 a 5,9 (Schneider, 2004).

A temperatura ambiente é um fator que também pode influenciar a qualidade da carne. De acordo com Souza *et al.* (2011), temperaturas altas agem negativamente na criação de frangos de corte, que devido ao estresse térmico no pré-abate, lesa diretamente o bem-estar dos animais, ocasionando uma influência negativa nas propriedades qualitativas da carne.

No decorrer dos 42 dias de criação dos frangos, foram obtidas temperaturas com média máxima de 33°C e mínima de 27°C, chegando a alcançar máxima de 36°C em determinado dia durante esse período. Quando se analisa parâmetros de qualidade de carne de peito de frangos, observa-se que quando ocorre estresse térmico severo no pré-abate ocorre um grande gasto de energia do animal, o que resulta em pequena extensão da glicólise no momento do estresse, causando maior valor no pH da carne de peito (Brossi, 2007). pH elevado faz com que a carne apresente menor vida de prateleira por estimular o crescimento de microrganismos (Tong *et al.* 2014).

Diversos fatores podem ocasionar estresse animal. Dentre as condições que se destacam tem-se: a temperatura ambiente, qualidade do ar, densidade populacional, ventilação, competição por alimento, água fornecida, nível de ruído no ambiente, além do fotoperíodo a que as aves são submetidas (GALHA; BONDAN;

LALLO, 2008). No presente estudo ainda ocorreu outro fator negativo que foi o desafio sanitário das aves. Os frangos foram desafiados com cama reutilizada de um lote anterior também já desafiado sanitariamente. Assim, a cama já estava acometida com altas concentrações de microrganismos indesejáveis, o que fez com que seus intestinos ficassem debilitados, ocasionando uma baixa absorção de nutrientes, causando possíveis resultados inconvenientes na qualidade da carcaça desses frangos, causando um estresse crônico em todos os tratamentos, devido ao desafio.

Outra variável analisada que não mostrou diferença significativa entre as diferentes suplementações foi a capacidade de retenção de água (CRA), a qual é determinada em porcentagem de água exsudada em relação ao peso inicial da amostra. A CRA além de gerar um maior rendimento para a indústria, também é um parâmetro de relevância na qualidade da carne, porque determina sabor, suculência e maciez. Além disso, ela tem um impacto sobre as propriedades que afetam a carne durante o armazenamento ou a fabricação de produtos industrializados (VIEIRA, 2007).

A CRA é determinada como a capacidade da carne em reter sua umidade ou água sobre a aplicação de forças externas, como corte, trituração, aquecimento e prensagem e/ou centrifugação (FERNANDES de SÁ, 2004). Como a água é o maior constituinte da carne (70-75%), a habilidade do corte cárneo em reter umidade é de grande importância para a manutenção das propriedades funcionais. Quando a umidade da carne é perdida, o rendimento, maciez, textura, sabor e nutrientes são afetados de maneira negativa (SCHNEIDER, 2004).

Segundo Kaminishikawahara *et al.* (2016) filés normais apresentam CRA de 70,49% e filés PSE (*pale, soft, exudative* - pálida, mole e exsudativa) 65,59%. Os resultados desta variável da carne, mostrou valores elevados, aparentando ser uma carne caracterizada como DFD (*dark, firm, dry* - escura, dura e seca), que retém água nos tecidos, de maneira que toda proteína da carne, representada pela mioglobina, ficasse retida, tendendo a ficar mais escura. Porém, no presente estudo não se pode classificar a carne como DFD devido aos resultados não apresentarem o pH característico de carne DFD (pH > 6,2).

De acordo com a literatura, nas análises realizadas não houve a formação de ácido láctico e conseqüentemente, queda do pH *post mortem*, pois estes seriam responsáveis pela diminuição da capacidade de reter água na carne, o que não ocorreu neste estudo (ROÇA, 2000).

A perda de peso por cozimento (PPC) é uma avaliação que está ligada ao seu rendimento após passar por processo de aquecimento, ou seja, são as perdas que ocorrem durante o processo de preparo da carne para consumo. PPC e CRA são parâmetros que se correlacionam, porque quanto maior for a retenção de líquido de uma carne, menores serão as perdas quando passar por aquecimento (ALVES; ALBUQUERQUE; BATISTA, 2016).

O grau de encolhimento no cozimento está correlacionado diretamente com a perda de suculência para o paladar. A perda de água comumente está associada à redução do valor nutricional da carne, uma vez que alguns nutrientes são perdidos (ABUDABOS *et al.*, 2014). Segundo Komiyama *et al.* (2009), durante o cozimento do peito de frango a perda de peso encontra-se em torno de 30%, evidenciando que os valores encontrados neste trabalho são considerados normais, e mesmo o tratamento controle negativo possuindo o menor valor com 24,72%, não houve diferença entre as diferentes dietas fornecidas.

A maciez é aferida através de sua força de cisalhamento, sendo mensurada através da força necessária para que uma lâmina rompa as fibras musculares de um fragmento (FUNARI JUNIOR *et al.*, 2011). A FC é outro fator de grande relevância na percepção do consumidor e está relacionada ao teor de água intramuscular. Quanto maior for o conteúdo de água fixada no músculo, maior será a maciez da carne (ALVES; ALBUQUERQUE; BATISTA, 2016).

Os resultados encontrados por Funari Junior *et al.* (2011) ao analisarem o efeito de ácidos orgânicos ou antibiótico sobre a textura de músculos peitorais de frangos aos 42 dias, observaram em seu tratamento com ácidos orgânicos, valores de 190,84 N, valores considerados extremamente altos, pois espera-se, para esta variável, valores que variam entre 70 e 90. Lyon e Lyon (1990) citam que valores de até 73,55 N podem ser considerados como carne de textura macia, como os encontrados na atual pesquisa.

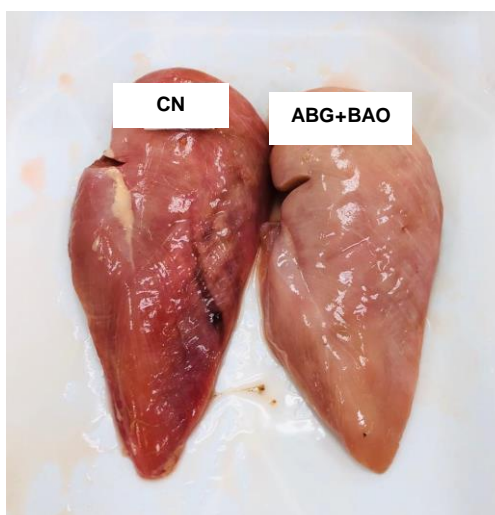
Segundo Girolami *et al.* (2013) a característica sensorial mais importante em carnes é sua cor, afinal, é ela que passa a primeira impressão ao consumidor e influencia diretamente na hora da escolha. A característica da cor da carne de frango “in natura” é importante pois os consumidores a associam ao frescor do produto e tomam decisão através de sua atratividade. Os pigmentos da carne são constituídos em sua maior parte por proteínas: hemoglobina que é o pigmento sanguíneo e mioglobina, pigmento muscular que constitui 80 a 90% do total (ROÇA, 2000). Na



literatura, de acordo com vários estudos a carne de frango pode ser classificada como PSE ( $L^* \geq 53,0$  e  $pH \leq 5,8$ ), DFD ( $L^* < 44$  e  $pH > 6$ ), normal ( $44 < L^* < 53$  e  $5,8 < pH < 6,0$ ) (SHIMOKOMAKI *et al.*, 2000).

Nas mensurações do valor de  $L^*$  (luminosidade) da carne de peito dessa pesquisa, observou-se valores caracterizado como normais nos tratamentos onde suplementou-se as dietas com ácido butírico protegido (ABG) e ainda quando não houve qualquer inclusão de aditivo (CN). Já, quando houve suplementação de antibiótico (ATB), *blend* de ácidos orgânicos (BAO) e ainda a junção do ABG+BAO observou-se valores superiores, onde a carne poderia se encontrar pálida, porém devido o  $a^*$  em todos os tratamentos, exceto no ABG+BAO está acima do que encontrado na literatura, o ABG+BAO foi o que caracterizou uma cor normal, parecendo ter sido mais resistente ao estresse em que as aves foram submetidas no desafio (Figura 9). O tratamento misto de ABG + BAO apresentou o maior valor de luminosidade, diferindo-se significativamente dos tratamentos CN e ABG, levando a considerar que o *blend* pode ter sido o causador dessa diferença, já que quando se forneceu apenas o ácido butírico não houve diferença em relação aos demais tratamentos, mas quando agregado com o *blend* esse parâmetro elevou-se.

**Figura 9.** Comparação de cor dos filés de peito de frango do tratamento CN e ABG+BAO, respectivamente.



Fonte: Dados do próprio autor, 2021.

De acordo com Menconi *et al.* (2014), ao analisarem o efeito de um produto comercial de ácido orgânico sobre a qualidade da carne em frangos de corte,



encontraram valores médios de  $L^*$  de 37,4 nos tratamentos com ácidos orgânicos, diferente dos obtidos neste estudo. Mir *et al.* (2017) apontam que diferenças na cor podem estar relacionadas com a idade, gordura intramuscular, teor de umidade da carne das aves e estresse imediatamente antes e durante o abate. Sabe-se que a palidez da carne (alto valor de  $L^*$ ) é causada pela desnaturação das proteínas sarcoplasmáticas e perda de mioglobina. Estes fatores são resultado do declínio do pH *post mortem*. Além do mais, o alto valor de  $L^*$  é influenciado pela quantidade de água na superfície da carne, a qual é dependente da capacidade de retenção de água da carne (MELLO *et al.*, 2017). Nota-se ainda que o pH tem influência nos parâmetros de cor, capacidade de retenção de água, textura, perdas por cocção e estabilidade microbiológica (FLETCHER; QIAO; SMITH, 2000). Segundo Lara *et al.* (2002), o fenômeno da carne PSE em frangos pode ser detectado pela combinação dos valores de pH (abaixo de 5,8) e cor (valor  $L^*$  acima de 52,0) aferidos em até 24 horas após o abate, fato detectado apenas na variável de  $L^*$  por obterem valores acima de 52,0, já o pH da presente análise não se encaixa como citado pelo autor, pois os valores foram superiores a 5,8.

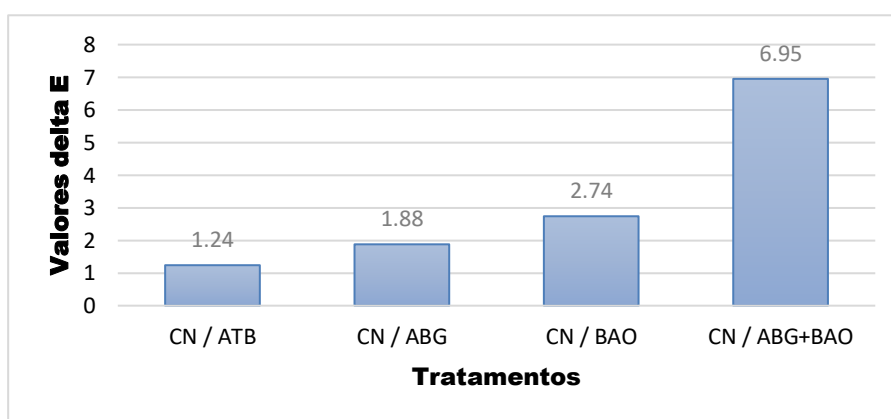
Kaminishikawahara *et al.* (2016) observaram que nos últimos anos diversos frigoríficos têm analisado que os filés de frango têm apresentado uma cor com valores de  $L^*$  elevados, mas não apresentam o pH característico de uma carne PSE. Em sua pesquisa, um novo grupo de classificação para anomalias em carne de frango foi descrito. A carne PFN (Pale, firm, non-exudative) que apresenta características de cor pálida, textura firme e não exsudativa, pH > 5,8 e  $L^*$  > 53, o que no presente estudo classificaria os peitos de frangos suplementados com ATB, BAO e ABG+BAO, caso a amostra do estudo se encontra-se pálida, como devia estar por obterem os valores da literatura das carnes consideradas pálidas, ou seja, algum fator interrompeu estes resultados deixando a carne mais avermelhada.

Para as variáveis de cor ( $a^*$  intensidade de vermelho e  $b^*$  intensidade de amarelo) não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, apesar de apresentarem valores mais elevados do que visto em outros estudos. Muitas pesquisas atribuem a cor avermelhada presente na carne, à eliminação incompleta de sangue da carcaça. Quando o pescoço é seccionado em frangos não insensibilizados a força motriz não é suficiente para expulsar todos o sangue presente nos músculos. E assim, quando ocorre a insensibilização correta, a pressão sanguínea no sistema

arterial e o ritmo dos batimentos cardíacos aumentam, tornando a sangria mais eficaz (KISSEL *et al.*, 2015).

Foram realizados os cálculos do  $\Delta E$  no presente estudo para verificar o quanto a cor da carne do peito de frango entre os tratamentos seria atraente ao consumidor, ou seja, em qual grau a avaliação do consumidor seria perceptível (Figura 10). Quanto mais perto do valor 0 (zero), ou seja, quanto menor a diferença, mais próximo do padrão selecionado.

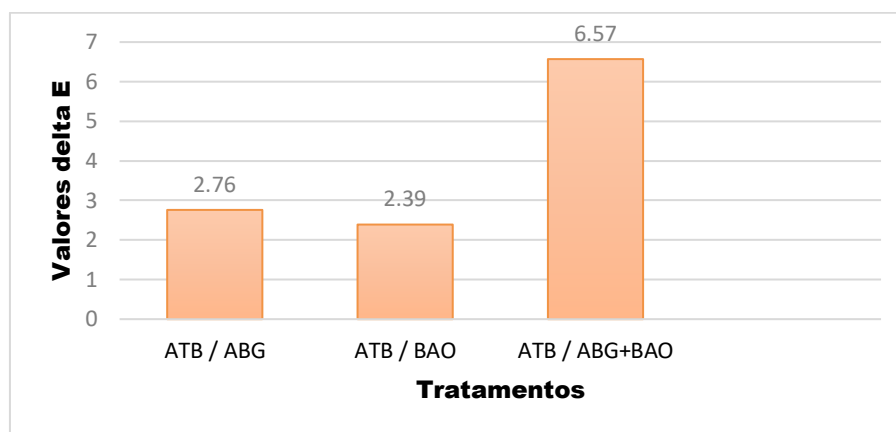
**Figura 10.** Alterações globais de cor ( $\Delta E_{CN/ATB}$ ,  $\Delta E_{CN/ABG}$ ,  $\Delta E_{CN/BAO}$  e  $\Delta E_{CN/ABG+BAO}$ ) em amostras do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte aos 42 dias de idade, relacionando os tratamentos com o controle negativo.



Fonte: Dados do próprio autor, 2021.

A proibição dos antibióticos promotores de crescimento da dieta das aves de produção é uma realidade, desde o banimento do uso dos antibióticos em 2006 pela União Europeia. Em busca por substitutos surgiram alternativas como pré e probióticos, aditivos fitogênicos, ácidos orgânicos, entre outros. Com o fato de que dietas de animais de produção sempre terá o uso de algum dos componentes citados, foram realizados cálculos para verificar o quanto a cor da carne entre os tratamentos seria mais atraente ao consumidor comparado com a dieta em que foi fornecido antibiótico (Figura 11).

**Figura 11.** Alterações globais de cor ( $\Delta E_{ATB/ABG}$ ,  $\Delta E_{ATB/BAO}$  e  $\Delta E_{ATB/ABG+BAO}$ ) em amostras do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte aos 42 dias de idade, relacionando os tratamentos com o controle positivo (dieta com antibiótico).



Fonte: Dados do próprio autor, 2021.

A diferença demonstrada de cor corresponde a valores ou índices de alterações perceptíveis ao olho humano. De acordo com a escala apresentada por Prändl *et al.* (1994), valores de  $\Delta E$  entre: 0-0,2 refere-se a alterações imperceptíveis ao olho humano; 0,2-0,5 muito pouco perceptíveis; 0,5-1,5 pouco perceptíveis; 1,5-3,0 percepções evidentes; 3,0-6,0 percepções muito evidentes; 6-12 percepção bastante clara; 12-14 facilmente perceptíveis.

Sabendo-se que a diferença acima de 5 são facilmente perceptíveis pelo olho humano, observa-se que no presente estudo, peitos oriundos de frangos alimentados com dietas que continham ABG+BAO seria facilmente identificado pelo consumidor como um filé de frango com cor bastante pálida e portanto, pouco atraente.

Segundo Alves *et al.* (2017) características como cor pálida e menor capacidade de retenção de água da carne de peito de frango correlacionam-se com o menor pH final. Isso explica algumas variáveis do presente estudo, pois mesmo não ocorrendo diferença significativa de pH entre os peitos de frangos suplementados com diferentes aditivos, nota-se que o tratamento ABG+BAO, apresenta o menor valor de pH e também, maior valor de cor  $L^*$ , o que determina uma carne de cor pálida.

## 6 CONCLUSÃO

Ácidos orgânicos na forma isolada-protégida e/ou como *blend* podem ser recomendados para substituição da avilamicina em dietas de frangos de corte, pois não promove alterações na qualidade da carne. Na substituição pelas duas formas de ácidos orgânicos protegido com glicerina + *blend*, pode ocorrer aumento da luminosidade da carne, mas nesse estudo esse fator não foi prejudicial, pois a junção deles trouxe um melhor resultado no parâmetro  $a^*$ , tornando uma carne mais atrativa para o consumidor.

## 7 REFERÊNCIAS

ABUDABOS, A. M. *et al.* Effect of different organic acids on breast quality characteristics of broilers challenged with *Salmonella enterica*. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 12, n. 2, p. 193-197, 2014.

AL- MUTAIRI, H. M. S.; HUSSEIN, E. O. S.; NABI, A. R. J. E.; SWELUM, A. A.; EL-HACK, M. E. A.; TAHA, A. E. AL- MUFARREJ, A. I. Does the consumption of acidified drinking water affect growth performance and lymphoid organs of broilers. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 8, p. 1-9, 2020.

ALVES, M. G. M.; ALBUQUERQUE, L. F.; BATISTA, A. S. M. Qualidade da carne de frangos de corte. **Essentia- Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia da UVA**, Sobral, v. 17, n. 2, p. 64-86, fev. 2016.

BARBOSA, N. A. A.; SAKOMURA, N. K.; OVIEDO-RONDÓN, E. O.; BONATO, M. A.; KAWAUCHI, I. M.; DARI, R. L., FERNANDES, J. B. K. Efeito da associação de resíduos sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 4, n. 12, p. 2171-2176, 2011.

BELLAVER, C.; SCHEUERMANN, G. **Aplicações dos ácidos orgânicos na produção de aves de corte**. Palestra apresentada na Conferência AVISUI 2004. Florianópolis, SC, 2004.

BOSETTI, G, E; GRIEBLER, L; ANIECEVSKI, E; FACCHI, C. S; BAGGIO, C; ROSSATTO, G; LEITE, F; VALENTINI, FERNANDA V; SANTO, A. D; ROSSATTO, G; LEITE, F; VALENTINI, F. D; DO SANTO, A; PAGNUSSATT, H; PETROLLI, T, G; BOIAGO, M. M. Carvacrol e cinamaldeído microencapsulados substituem antibióticos promotores de crescimento: Efeito no desempenho e na qualidade da carne em frangos de corte. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 92, n. 3, 2020.

BROSSI, C. **Qualidade de carne de frango: efeito do estresse severo pré-abate, classificação pelo uso da cor e marinação**. 2007. 107 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007. DOI 10.11606/D.11.2007.tde-16102007-112154.

CALAÇA, G. M.; CAFÉ, M. B.; ANDRADE, M. A.; STRINGHINI, J. H.; ARAÚJO, I. C. S.; LEANDRO, N. S. M. Frangos desafiados experimentalmente com *Salmonella enterica* sorovar *enteritidis* e *Eimeria tenella* e tratados com ácidos orgânicos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 20, p. 1-10, 2019.

DALMASSO, G.; NGUYEN, H. T.; YAN, Y.; CHARRIER-HISAMUDDIN, L.; SITARAMAN, S. V.; MERLIN, D. Butyrate transcription allyenhances peptide transporter PepT1 expression and activity. **PLoS ONE**, v. 3, p. 2476, 2008.

DIBNER, J.J.; BUTTIN, P. Use of Organic Acids as a Model to Study the Impact of Gut Microflora on Nutrition and Metabolism. **The Journal of Applied Poultry Research**, Oxford, v. 11, p. 453-463, 2002.

ESPÍNDOLA, G.B. Nutrição de animais monogástricos de produção. **Expressão gráfica e editora**, p. 204, 2016.

FERNANDES DE SÁ, E.M. A influência da água nas propriedades da carne. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n. 325, p. 51-54, 2004.

FERNANDES, R.; ARRUDA, A.; OLIVEIRA, V.; QUEIROZ, J.; MELO, A.; DIAS, F.; MARINHO, J.; SOUZA, R.; SOUZA, A.; SANTOS FILHO, C. Aditivos fitogênicos na alimentação de frangos de corte: óleos essenciais e especiarias. **Pubvet**, v. 9, n. 12, p. 526-535, dez. 2015.

FLETCHER, D. L.; QIAO, M.; SMITH, D. P. The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and ph. **Poultry Science**, v. 79, p. 784–788, 2000.

FUNARI JUNIOR, P. *et al.* Análise da textura de peitos de frangos alimentados com ração contendo ácidos orgânicos ou antibiótico. **Biotemas**, v. 25, n. 1, p. 191-193, 27 out. 2011. DOI 10.5007/2175-7925.2012v25n1p191.

FUNARI JUNIOR, P. *et al.* Efeitos da utilização de ácidos orgânicos em rações de frangos de corte. **PUBVET**, Londrina, v. 5, n. 25, p. 1157-1164, 2011.

GALHA, V.; BONDAN, E.F.; LALLO, M.A. Relação entre imunossupressão e coccidiose clínica em frangos de corte criados comercialmente. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, v. 26, n. 4, p. 432-437, 2008.

GALLI, G. M.; GERBET, R. R.; GRISS, L. G.; FORTUOSO, B. F.; PETROLI, T. G.; BOIAGO, M. M.; SOUZA, C. F.; BALDISSERA, M. D.; MESADRI, J.; WAGNER, R. Combination of herbal components (curcumin, carvacrol, thymol, cinnamaldehyde) in broiler chicken feed: impacts on response parameters, performance, fatty acid profiles, meat quality and control of coccidia and bacteria. **Microbial Pathogenesis**, v. 139, p. 103916, fev. 2020.

GAMA, N.M.S.Q. *et al.* Avaliação de parâmetros zootécnicos de poedeiras alimentadas com ração contendo ácidos orgânicos. **Ciência Rural**, v.30, n. 3, p. 499-502, 2000.

GIROLAMI, A.; NAPOLITANO, F.; FARAONE, D.; BRAGHIERI, A. Measurement of meat color using a computer vision system. **Meat Science**, [S.L.], v. 93, n. 1, p. 111-118, jan. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.08.010>.

GONÇALVES, R. M. G. *et al.* Avaliação físico-química e conteúdo de metais pesados em carne mecanicamente separada de frango e de bovino produzidas no estado de Goiás. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 553- 559, 2009.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advances in Food Research**, v. 10, p. 335-463, 1960.

HAYASHI, R. M. Sanidade animal: práticas de acidificação da água. **Jornal Dia De Campo**. 2020. Disponível em: [http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=25043&secao=S anidade%20Animal](http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=25043&secao=S+anidade%20Animal). Acesso em: 22 de nov. de 2021.

HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v. 49, p. 447-457, 1998.

HONIKEL, K.O. The water binding of meat. **Fleischwirtsch**, v. 67, p. 1098-1102, 1987.

JAMROZ, D.; WILICZKIEWICZ, A.; WERTELECKI, T.; ORDA, J.; SKORUPINSKA, J. Use of active substances of plant origin in chicken diets based on maize and domestic grains. **British Poultry Science**, London, v. 46, n. 4, p. 485-493, 2005.

JAYASENA, D. D. & JO, C. Essential oils as potential antimicrobial agents in meat and meat products: A review. **Trends in Food Science & Technology**, n. 34, p. 96-108, 2013.

JESUS, J.S. **Utilização de prebióticos, ácidos orgânicos e óleos essenciais na alimentação de frangos de corte**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, p. 41, 2010.

KAMINISHIKAWAHARA, C. M; MENDONÇA, F. J; GRESPAN, M. **Pale, Firm and Non-exudative (PFN): An evidence of an emerging major broiler breast meat color group**. 18 th International Conference on Agricultural Science and Food Engineering, Tokyo, Japan, 2016.

KIM, S.; LEE, K.; KANG, C.; AN, B. Growth performance, relative meat and organ weights, cecal microflora, and blood characteristics in broiler chickens fed diets containing different nutrient density with or without essential oils. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, n. 29, p. 549-554, 2016.

KISSEL, Cassiana *et al.* Electrical water bath stunning of broilers: Effects on breast meat quality. **Japan Poultry Science Association**, Londrina, v. 52, p.74-80, 2015.

KOYAMA, N. T. G. Aditivos fitogênicos na produção de frangos de corte. **Animal Science**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2012.

KOMIYAMA C. M. *et al.* Características qualitativas de produtos elaborados com carne de frango pálida e normal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 1, p. 38-45, 2009. DOI 10.1590/S0101-20612009000100007.

LANGHOUT, P. Alternativa ao uso de quimioterápicos na dieta de aves: a visão da indústria e recentes avanços. **Anais Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas**, Campinas, v.1, p.21-33, 2005.

LARA, J. A. F. *et al.* Estresse térmico e incidência de carne PSE em frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, p. 01-15, 2002.

LEITE, P., MENDES, F., PEREIRA, M., LIMA, H. & LACERDA, M. Aditivos fitogênicos em rações de frangos. **Enciclopédia Biosfera**, n. 8, p. 9-26, 2012.

LIEN, T. F.; HORNG, Y. M.; WU, C. P. Feasibility of replacing antibiotic feed promoters with the Chinese traditional herbal medicine Bazhen in weaned piglets. **Livestock Science**, v. 107, n. 97, p. 102, 2007.

LIU, S.D.; SONG, M.H.; YUN, W.; LEE, J.H.; KIM, H.B.; CHO, J.H. Effect of carvacrol essential oils on immune response and inflammation-related genes expression in broilers challenged by lipopolysaccharide. **Poultry Science**, v. 98, n. 5, p. 2026-2033, maio 2019.

LYON, C. E.; LYON, B. G. The relationship of objective shear values and sensory tests to changes in tenderness of broiler breast meat. **Poultry Science**, v. 69, p. 1420-1427, 1990.

LYON, C.E.; LYON, B.G.; DICKENS, J.A. Effects of carcass stimulation, deboning time, and marination on color and texture of broiler breast meat. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 7, p. 53-60, 1998.

MARCHESE, A; BARBIERI, R; COPPO, E; ORHAN, I. E; DAGLIA, M; NABAVI, S. F; IZADI, M; ABDOLLAHI, M; NABAVI, S.M; AJAMI, M. Antimicrobial activity of eugenol and essential oils containing eugenol: a mechanistic viewpoint. **Critical Reviews in Microbiology**, n. 43, p. 668-689, 2017.

MELLO, J. L. M. *et al.* Physical and chemical characteristics of spent hen breast meat aged for 7 days. **Animal Production Science**, v. 57, n. 10, p. 2133-2140, 2017. DOI 10.1071/an16195.

MENCONI, A. *et al.* Evaluation of a commercially available organic acid product on body weight loss, carcass yield, and meat quality during preslaughter feed withdrawal in broiler chickens: A poultry welfare and economic perspective. **Poultry Science**, v. 93, n. 2, p. 448-455, 2014. DOI 10.3382/ps.2013-03444.

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.

MENDES, O. T. N. **Bem-estar animal na produção de frangos de corte no Brasil** (Dissertação). Universidade de Brasília-Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2017.

MENTEN, J. F. M. *et al.* Antibióticos, ácidos orgânicos e óleos essenciais na nutrição de monogástricos. In: SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; JOÃO

BATISTA K. FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de Não Ruminantes**. 1ed. Jaboticabal: FUNEP, v. 1, p. 511-535, 2014.

MEUNIER, J. P.; CARDOT, J. M.; MANZANILLA, E. G.; WYSSHAAR, M.; ALRIC, M. Use of spray-cooling technology for development of microencapsulated capsicum oleoresin for growing pig as an alternative to in-feed antibiotics: A study of release using in vitro models. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 2699-2710, 2007.

MIR, N. A. *et al.* Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n. 10, p. 2997-3009, 2017. DOI 10.1007/s13197-017-2789-z.

MOUNIA, M.; NADIR, A.; OMAR, B. Effects of phytogetic products on gut morpho-histology of broiler chickens. **International Journal of Veterinary Science and Research**, v. 4, n. 1, p. 9-011, 2018.

NG, W. K.; KOH, C. B. The utilization and mode of action of organic acids in the feeds of cultured aquatic animals. **Reviews in Aquaculture**, v. 9, n. 4, p. 342-368, 2017.

NOSTRO, A.; BLANCO, A.R.; CANNATELLI, M.A.; ENEA, V.; FLAMINI, G.; MORELLI, I.; SUDANO ROCCARO, A.; ALONZO, V. Susceptibility of methicilin-resistant Staphylococci to orégano essential oil, carvacrol, and thymol. **FEMS Microbiology Letters**, v. 230, n. 2, p.191-195, 2004.

OLIVEIRA, K.V; CAVICHIOLI, C; ANDREAZZI, M.A; SIMONELLI, S.M. Sistema dark house de produção de frangos de corte: Uma revisão. In: **Anais Eletrônico VII Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica**. Centro Universitário de Maringá, 2014.

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

ORDÓÑEZ, J. A. Tecnologia de Alimentos: Alimentos de origem animal. Porto Alegre: **Artmed**, vol. 2, p. 179, 2005.

ORLOWSKI, S; FLEES, J; GREENE, E. S; ASHLEY, D; LEE, S. O; YANG, F. L; OWENS, C. M; KIDD, M; ANTHONY, N; DRIDI, S. Effects of phytogetic additives on meat quality traits in broiler chickens<sup>1</sup>. **Journal Of Animal Science**, Oxford University Press, v. 96, n. 9, p. 3757-3767, 31 ago. 2018.

ORTIZ, R.W.P. **Estudo da síntese química do ácido dl-málico por hidratação do ácido fumárico**. 115f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

OSÓRIO, M. T. M; OSÓRIO, J. C.S., Condições de abate e qualidade de carne. In: EMBRAPA. (ed) Curso de Qualidade de carne e dos produtos cárneos. Bagé, RS, **EMBRAPA**, v. 4, cap. 7, p. 77-128, 2000.

PETROLI, T. G.; ALBINO, L.F. T.; ROSTAGNO, H. S.; GOMES, P. C.; TAVERNARI, F. C.; BALBINO, E. M. Herbal extracts in diets for broilers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1683-1690, 2012.



PICKLER, L. *et al.* Avaliação microbiológica, histológica e imunológica de frangos de corte desafiados com *Salmonella enteritidis* e Minnesota e tratados com ácidos orgânicos. **Revista Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 27-36, 2012.

Prändl, O.; Fischer, A.; Schmidhofer, T. *et al.* **Tecnologia e higiene de la carne**. Zaragoza: Acribia, p. 854, 1994.

RAMOS, J. S. **Ácidos orgânicos como promotores de crescimento na dieta de frangos**. 2021. Monografia. Instituto Federal Goiano, Ceres, 2021.

REBELLO, F. F. P. Microencapsulação de ingredientes alimentícios. **Agrogeoambiental**, Minas Gerais, p. 134-144, dez. 2009.

RECK, A. B.; SCHULTZ, G. Aplicação da metodologia multicritério de apoio à decisão no relacionamento interorganizacional na cadeia da avicultura de corte. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 54, n. 4, p. 709-728, 2016.

REIS, J. H.; GEBERT, R. R.; BARRETA, M.; BALDISSERA, M. D.; SANTOS, I. D.; WAGNER, R.; CAMPIGOTTO, G.; JAGUEZESKI, A. M.; GRIS, A.; LIMA, J. L.F. de. Effects of phytogetic feed additive based on thymol, carvacrol and cinnamic aldehyde on body weight, blood parameters and environmental bacteria in broilers chickens. **Microbial Pathogenesis**, v. 125, p. 168-176, dez. 2018.

ROÇA, R. O. **Propriedades da carne**. Botucatu: FCA-UNESP, (artigo técnico), p. 10, 2000.

ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. Viçosa: Departamento de Zootecnia, UFV, p. 488, 2017.

SALAZAR, P. C. R.; ALBUQUERQUE, R.; TRINDADE NETO, M. A.; ARAUJO, L.F. Efeitos dos ácidos láctico e butírico, isolados e associados, sobre o desempenho e morfometria intestinal em frangos de corte. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. São Paulo, v. 45, n. 6, p. 463-471, 2008.

SANFELICE, C.; MENDES, A. A.; KOMIYAMA, C. M.; CANIZARES, M.C.; RODRIGUES, L.; CANIZARES, G.I.; ROCA, R.O.; ALMEIDA, I.C.L.P.; BALOG, A.; MILBRADT, E.L.; CARDOSO, K.F.G. Evaluation and characteristics of breast quality of broiler breeder hen in the productive cycle. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 30, p. 166-170, 2010.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT® 9.3 User's Guide**. Cary: SAS Institute Inc., 2012.

SCHNEIDER, J. P. **Carne DFD em frangos**. 2004. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SELANI, M. M. **Extrato de bagaço de uva como antioxidante natural em carne de frango processada e armazenada sob congelamento**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 2010.

SHIMOKOMAKI, Massami *et al.* **Atualidades em Ciência e Tecnologia da Carne**. São Paulo: Varela, p. 236, 2000.

SOUZA, P.A. *et al.* **Influência do estresse térmico na qualidade da carne de frangos de corte.** In: XXII CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE AVICULTURA, 2011, Jaboticabal, SP, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Jaboticabal, 2011.

SPANGHERO, M.; ROBINSON, P. H.; ZANFI, C.; FABBRO, E. Effect of increasing doses of microencapsulated *blend* of essential oils on performance of lactating primiparous dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 153, p. 153-157, 2009.

SUNTRES, Z. E.; COCCIMIGLIO, J.; ALIPOUR, M. The Bioactivity and Toxicological Actions of Carvacrol. **Critical Reviews In Food Science And Nutrition**, v. 55, n. 3, p. 304-318, 30 set. 2014.

TALAMINI, Dirceu J. D. A Avicultura Brasileira. **Anuário 2021 da Avicultura Industrial**, n. 10, p. 18-19, dez. 2020.

TOLEDO, G.S.P.; COSTA, P.T.C.; SILVA, L.P.; FERREIRA, D.P.P.; POLETTI, C.J. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo antibiótico e/ou fitoterápico como promotores, adicionados isoladamente ou associados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p.1760-1764, 2007.

TONG, H. B., WANG, Q., LU, J., ZOU, J. M., CHANG, L. L., & FU, S. Y. Effect of freerange days on a local chicken breed: Growth performance, carcass yield, meat quality, and lymphoid organ index. **Poultry Science**, v. 93, n. 8, p. 1883 -1889, 2014.

VAN DER WIELEN, P. W. J. J.; KEUZENKAMP, D. A.; LIPMAN, L. J. A. *et al.* Spatial and temporal variation of the intestinal bacterial community in commercially raised broiler chickens during growth. **Microbial Ecology**, v. 44, n. 3, p. 286-293, 2002.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. **Características da carne de frango.** Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2007.

VIEIRA, E.T.T. **A influência do processo de congelamento na qualidade do peito de frango.** 2007. 119p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Erechim, RS.

WOLFFENBÜTTEL, A. N. **Base da química dos óleos essenciais e aromaterapia: abordagem técnica e científica.** 1ed, São Paulo, p. 440, 2016.

ZANELATO, E. A. **Utilização de ácidos orgânicos como substitutos a antibióticos promotores de crescimento para frangos de corte.** 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Paraná, 2009, Curitiba, PR.