

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR DO OESTE – CEO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA– PPGZOO**

JOÃO VITOR STRAPAZZON

**Uso de *blends* à base de ácidos orgânicos e óleos essenciais na produção de
frangos de corte**

CHAPECÓ

2021

JOÃO VITOR STRAPAZZON

Uso de *blends* à base de ácidos orgânicos e óleos essenciais na produção de frangos de corte

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.
Orientador: Prof. Dr. Marcel Manente Boiago

CHAPECÓ
2021

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CEO/UDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Strapazzon, João Vitor

Uso de blends à base de ácidos orgânicos e óleos essenciais na produção de frangos de corte / João Vitor Strapazzon. -- 2021.
58 p.

Orientador: Marcel Manente Boiago
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Educação Superior do Oeste, Programa de Pós-Graduação , Chapecó, 2021.

1. Compostos fitogênicos. 2. Qualidade de carne. 3. Promotor de crescimento. 4. Antibióticos. I. Boiago, Marcel Manente. II. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Educação Superior do Oeste, Programa de Pós-Graduação . III. Título.

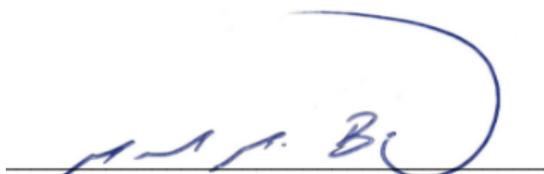
JOÃO VITOR STRAPAZZON

Uso de *blends* à base de ácidos orgânicos e óleos essenciais na produção de frangos de corte

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.
Orientador: Prof. Dr. Marcel Manente Boiago

BANCA EXAMINADORA

Membros:



Prof. Marcel Manente Boiago, Doutor
UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina



Prof. Dióvani Paiano, Doutor
UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina



Prof. Tiago Petrolí, Doutor
UNOESC – Universidade do Oeste de Santa Catarina

Chapecó, 22 de dezembro de 2021.

Para meu amigo Rubens Ideron dos Santos. Se você soubesse a falta que faz por aqui, tenho certeza que nunca teria partido.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa, por acreditar em meu potencial, ser um amigo e um excelente profissional do qual vou me espelhar muito durante minha vida.

Aos alunos do grupo GEAVI, por me auxiliarem nos experimentos, abraçar os projetos de reuniões e oferecerem feedbacks importantes. Uma parte importante do meu crescimento pessoal e profissional eu devo a essas pessoas.

E por fim, a Eurotec Nutrition por disponibilizar seus produtos para teste.

“Everything is a copy of a copy of a copy.”
(Chuck Palahniuk, *Fight Club*, 1996)

RESUMO

A busca por alternativas aos promotores de crescimento é um assunto recorrente dentro da produção animal. Por um lado, os promotores baseados em antibióticos possuem seus efeitos e doses já estabelecidos, mas com preocupações sobre a indução a resistência de microrganismos, por outro os ácidos orgânicos e óleos essenciais ainda não se apresentaram uma padronização nas doses e efeitos, porém possuem a vantagem de não haver entraves comerciais sobre a sua utilização na dieta de animais. Diante disso o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de produtos à base de ácidos orgânicos e óleos essenciais como aditivos na produção de frangos de corte e seus efeitos sobre o desempenho, histologia intestinal e qualidade da carne. Para realização deste experimento foram utilizados 300 pintainhos divididos em 4 tratamentos de 5 repetições com 15 animais cada. Todos os animais receberam uma dieta basal, sendo os tratamentos divididos pelos aditivos presentes na ração: CN – Controle Negativo, dieta controle contendo apenas a ração basal sem nenhum tipo de aditivo; PCA – Controle Positivo, dieta basal contendo a adição de enramicina, OEE – Óleos Essenciais e Extratos, dieta basal com adição de óleo essencial de alecrim, óleo essencial de tomilho, óleo essencial de anis, extrato de Quillaja saponaria e extrato de tocoferol; AC – Ácidos Orgânicos, dieta basal contendo ácido butírico, ácido propiônico, ácido cáprico e ácido caprílico. As aves foram avaliadas quanto ao seu desempenho produtivo (ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade), análise histológica do intestino (vilosidades e criptas) e qualidade de carne (pH, capacidade de retenção de água, perda por cocção, força de cisalhamento e TBARS). Houve diferença significativa para ganho de peso e conversão alimentar no período de 1-35 e 1-42 dias para os tratamentos propostos, onde os tratamentos OE e AO tiveram resultados semelhantes ao PCA. Na histologia, as aves suplementadas com AO apresentaram maior comprimento de vilosidades, enquanto o grupo OEE tiveram menor profundidade de cripta. Nas análises de qualidade de carne a capacidade de retenção de água foi similar a todos os tratamentos estudados, com exceção ao AO. O nível de TBARS foi mais alto para as aves suplementadas AO. A utilização dos ácidos orgânicos e óleos essenciais associados a extratos apresentaram resultados satisfatórios na conversão alimentar e ganho de peso das aves nas fases finais de criação, podendo substituir o promotor de crescimento baseado em antibiótico deste estudo. Na análise de carne, os níveis de TBARS foram

maiores para os AO e OEE, demonstrando um efeito não desejado. Houve influência dos tratamentos propostos no tamanho de vilosidades e criptas intestinais, dos quais podem ter influenciado positivamente no desempenho dos animais.

Palavras-chave: qualidade de carne; promotor de crescimento, estresse oxidativo

ABSTRACT

The search for alternatives to growth promoters is a recurring issue within animal production. On the one hand, promoters based on antibiotics have their effects and doses already established, but with concerns about inducing resistance of microorganisms, on the other hand, organic acids and essential oils have not yet presented a standardization in doses and effects, but they have the advantage that there are no commercial barriers to its use in the diet of animals. Therefore, the objective of this work was to evaluate the use of products based on organic acids and essential oils as additives in the production of broilers and their effects on performance, intestinal histology and meat quality. To carry out this experiment, 300 chicks were divided into 4 treatments of 5 replicates with 15 animals each. All animals received a basal diet, the treatments being divided by the additives present in the ration: NC – Negative Control, control diet containing only the basal ration without any type of additive; PCA – Positive Control, basal diet containing the addition of enramycin, OEE – Essential Oils and Extracts, basal diet with the addition of rosemary essential oil, thyme essential oil, anise essential oil, Quillaja saponaria extract and tocopherol extract; AC – Organic Acids, basal diet containing butyric acid, propionic acid, capric acid and caprylic acid. The birds were evaluated for their productive performance (weight gain, feed intake, feed conversion and viability), histological analysis of the intestine (villi and crypts) and meat quality (pH, water retention capacity, cooking loss, shear force and TBARS). There was a significant difference for weight gain and feed conversion in the period of 1-35 and 1-42 days for the proposed treatments, where the OE and AO treatments had similar results to the PCA. In histology, the birds supplemented with AO had greater villus length, while the OEE group had a smaller crypt depth. In the analysis of meat quality, the water retention capacity was similar to all treatments studied, with the exception of AO. The TBARS level was higher for the AO supplemented birds. The use of organic acids and essential oils associated with extracts showed satisfactory results in the feed conversion and weight gain of the birds in the final stages of creation, being able to replace the antibiotic-based growth promoter of this study. In meat analysis, TBARS levels were higher for AO and OEE, demonstrating an undesired effect. There was an influence of the proposed treatments on the size of villi and intestinal crypts, which may have positively influenced the performance of the animals.

Keywords: meat quality; growth promoter, oxidative stress

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Lista de antimicrobianos utilizados como promotor de crescimento pelos países participantes do relatório “Annual report on antimicrobial agents intended for use in animals 2021” conforme o número de citações.	20
Figura 2 – Modelo da estrutura química do Anetol.	23
Figura 3 – Modelo da estrutura química do Timol.	24
Figura 4 – Modelo de estrutura química do ácido rosmariníco (a esquerda) e ácido carnosico (a direita).	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Histórico de proibições de aditivos como promotores de crescimento na alimentação animal no Brasil.	19
Tabela 2 – Lista dos diferentes níveis de pH conforme o segmento do trato gastrointestinal.....	29
Tabela 3 – Lista com os ácidos orgânicos utilizados neste trabalho, conforme seu pKa de dissociação.	29
Tabela 4 – Composição percentual e nutricional das dietas utilizadas nas diferentes fases de criação.....	34
Tabela 5 - Médias obtidas para consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade das aves submetidas aos diferentes tratamentos nos períodos de 1 a 21, 1 a 35 e 1 a 42 dias de vida.	38
Tabela 6 - Médias obtidas para comprimento de vilosidades, profundidade de cripta e relação vilo/cripta das amostras de jejuno das aves submetidas aos diferentes tratamentos e abatidas aos 42 dias de vida.	39
Tabela 7 - Valores médios obtidos para pH, capacidade de retenção de água (CRA), luminosidade (L), intensidade de vermelho (a), intensidade de amarelo (b), perdas de peso por cocção (PPC), força de cisalhamento (FC) e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS, mg/TMP/kg amostra) das carnes das aves.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

pH	Potencial Hidrogeniônico
Udesc	Universidade do Estado de Santa Catarina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	PROMOTORES DE CRESCIMENTO	18
2.2	COMPOSTOS FITOGÊNICOS.....	21
2.2.1	Óleo essencial de anis	22
2.2.2	Óleo essencial de tomilho	24
2.2.3	Óleo essencial de alecrim.....	25
2.2.4	Extrato de Quillaja saponária	27
2.3	ÁCIDOS ORGÂNICOS.....	27
3	ARTIGO 1: COMPOSTOS FITOGÊNICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE: SEUS EFEITOS NO DESEMPENHO E QUALIDADE DE CARÇAÇA	31
3.1	INTRODUÇÃO	31
3.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
3.2.1	Produtos utilizados	34
3.2.2	Animais, instalações e alimentação	34
3.2.3	Variáveis de desempenho	35
3.2.4	Variáveis físico-químicas da carne	36
3.2.5	Peroxidação da carne (TBARS).....	37
3.2.6	Histomorfologia intestinal	37
3.2.7	Análise estatística	38
3.3	RESULTADOS	38
3.4	DISCUSSÃO	40
3.5	CONCLUSÃO.....	44
3.6	REFERÊNCIAS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
	REFERÊNCIAS	46
	ANEXO A – COMPROVANTE DO CEUA	56

1 INTRODUÇÃO

A avicultura é uma das indústrias que mais crescem na demanda por carnes, em conjunto da busca por eficiência e alto desempenho de animais (YADAV; JHA, 2019). Dentro deste contexto, há uma grande parcela envolvendo a alimentação, e por representar cerca de 70% dos custos na produção (ADHIKARI et al., 2020), cria-se uma demanda por aditivos que possam diminuir perdas e melhorar índices zootécnicos.

Para reduzir estes custos são utilizados os promotores de crescimento, aditivos introduzidos na alimentação com o objetivo de melhorar as variáveis de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar (TOLDRA; REIG, 2016). Historicamente o emprego desta classe de aditivos é relacionada com o uso de agentes antimicrobianos, isso se deve ao longo tempo em que tais substâncias eram a referência na proposta de melhorador de desempenho (DIBNER; RICHARDS, 2005).

Os estudos iniciais que envolviam a utilização de antimicrobianos na alimentação dos animais tinham por finalidade a prevenção de doenças com a adição de doses menores que a terapêutica na ração, mas ao ser feito uso deste protocolo foi observado melhora significativa no desempenho dos animais, bem como diminuição na mortalidade (FASINA et al., 2016). Tais estudos tiveram início na década de 50 nos Estados Unidos e apresentaram resultados consistentes que, mesmo com a evolução genética e aperfeiçoamento dos métodos de criação existentes, a melhora em desempenho ainda é perceptível (CARDEAL et al., 2019).

Porém, em virtude da produção em larga escala e dos mecanismos de defesa das bactérias, a utilização dos promotores de crescimento baseados em antimicrobianos passou a ser uma preocupação na produção animal e na saúde pública, pois o uso de doses abaixo daquela recomenda ao tratamento poderia levar a resistência dos microrganismos (MARON; SMITH; NACHMAN, 2013).

Prevendo esta realidade, a União Europeia em 2006 passou a proibir o uso de antibióticos como promotores de crescimento na produção dos animais (EUROPE UNION, 2003), assim como os Estados Unidos que faz um movimento semelhante, limitando apenas antimicrobianos de importância humana (FDA, 2013). Todas essas restrições seguem um movimento global, do qual restringe

cada vez mais o número de princípios ativos para uso em animais como melhorador de desempenho (OIE, 2021), fazendo com que os nutricionistas busquem alternativas que não possuem restrições e preenchem a lacuna dos antimicrobianos.

Uma possibilidade em ascensão na área de melhoradores de desempenho são os aditivos naturais com base em óleos essenciais ou extratos. Com uma grande quantidade de moléculas bioativas existentes, algumas plantas têm mostrado atividade antioxidante, antimicrobiana e de promoção de crescimento (GOPI et al., 2013). O óleo essencial de anis, em frangos de corte age aumentando a CAT em soro, uma enzima responsável por degradar os radicais livres de hidrogênio e oxigênio, e por realizar a diminuição da peroxidação lipídica através do menor teor de Malonaldeído (MDA) (DING; YANG; YANG, 2017). Com a adição do óleo essencial de alecrim e a presença dos ácidos carnosico e rosmarínico em sua composição, os efeitos antioxidantes podem ser potencializados, visto que parte do seu mecanismo de ação consiste em inibir a peroxidação lipídica na mitocôndria (LOUSSOUARN et al., 2017) limitando assim produção de espécies reativas ao oxigênio.

Em atividade antimicrobiana, o óleo essencial de tomilho tem se destacado pelo mecanismo de ação exercido pelo timol, uma substância presente neste óleo que atua na alteração da estrutura dos ácidos graxos presentes na bicamada fosfolipídica das bactérias, reduzindo sua integridade e afetado a viabilidade (KWON et al., 2019; WANG et al., 2016). Este mecanismo de ação pode ser inclusive complementado pela ação da Quillaja saponária, uma planta que possui em suas cascas substâncias com efeito detergente, do qual é gerado um extrato vegetal com propriedades de se ligar e degradar moléculas de colesterol presentes na membrana celular, especialmente de protozoários, levando a morte dos microrganismos (CHAPMAN, 2014; FRANCIS et al., 2002).

De maneira geral ao se utilizar os óleos essenciais e extratos vegetais, suas propriedades consistem em estabilizar a microbiota intestinal e diminuir o número de metabólitos tóxicos, desta forma há uma redução dos danos oxidativos e melhor aproveitamento dos nutrientes (LIU et al., 2014; ZHANG et al., 2013). Desta forma, por trazerem tais benefícios são recomendadas suas

combinações, podendo chegar até 14 fitogênicos, para que ocorra potencialização dos efeitos sinérgicos (GUO et al., 2004).

Outra possibilidade envolve o uso de ácidos orgânicos, substâncias naturais que são empregadas como conservantes para alimentos perecíveis, devido a capacidade de controlar contaminações bacterianas (RICKE, 2003). Estes compostos possuem características levemente ácidas e com estrutura carboxílica (COOH), dos quais podem ser divididos em ácidos de cadeia curta de 1 a 4 carbonos, ou de cadeia média com 6 a 12 carbonos (PANDA et al., 2016).

O mecanismo de ação dos ácidos ocorre através da penetração na membrana plasmática onde ocorre a dissociação da estrutura do ácido orgânico no interior da célula, que visa a liberação de íons H^+ e por consequência uma redução do pH, criando um ambiente estressante para as bactérias, levando-as a uma disfunção metabólica e diminuição de sua replicação (HAQ et al., 2017b).

Para que haja o efeito desejado é necessária a dissociação do ácido, da qual não vai depender apenas do pH do segmento intestinal, que pode variar entre 6,0 no duodeno a 7,5 no íleo (GAUTHIER, 2002), mas também do constante de dissociação pK_a . Diante desse mecanismo de ação, torna-se importante utilizar diferentes ácidos para que ocorra a dissociação em vários segmentos intestinais e possa influenciar a microbiota intestinal afetando principalmente as bactérias cujo crescimento depende de condições mais alcalinas para se desenvolver (LAJPAT RAI; SHEORAN; TEWATIA, 2017).

Diante de um cenário de produção animal que busca alternativas, o objetivo com este trabalho foi avaliar o uso de produtos à base de orgânicos e óleos essenciais como aditivos na produção de frangos de corte e seus efeitos sobre o desempenho, histologia intestinal e qualidade da carne.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PROMOTORES DE CRESCIMENTO

Os promotores de crescimento são aditivos utilizados na alimentação de animais de produção com o objetivo de melhorar as variáveis de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar (TOLDRA; REIG, 2016). Historicamente o emprego desta classe de aditivos é relacionada com o uso de agentes antimicrobianos, isso se deve ao longo tempo em que tais produtos foram conhecidos como referência na proposta de melhorador de desempenho (DIBNER; RICHARDS, 2005).

Os agentes antimicrobianos, divididos em antibióticos e quimioterápicos, são compostos que possuem atividade bactericida ou bacteriostática, e conforme seu espectro de ação podem envolver muitos microrganismos ou apenas um grupo mais seletivo (BRUMANO; GATTAS, 2009). Sua atividade é determinada conforme o mecanismo de ação, dos quais envolvem: a síntese da parede celular, alterações na integridade da membrana celular e modificações na síntese proteica e de ácidos nucleicos (TIMENETSKY, 2018).

Os estudos iniciais que envolviam a utilização destes produtos na alimentação dos animais tinham por finalidade a prevenção de doenças com a adição de doses menores que a terapêutica na ração, porém ao ser feito uso deste protocolo foi observado uma diminuição na mortalidade, bem como melhora significativa no desempenho dos animais (FASINA et al., 2016). Tais estudos que iniciaram na década de 50 nos Estados Unidos apresentaram resultados consistentes que, mesmo com a evolução genética e aperfeiçoamento dos métodos de criação existentes, a melhora é perceptível (CARDEAL et al., 2019).

Atualmente os mecanismos que os agentes antimicrobianos utilizam para influenciar o desempenho animal ainda não foram bem elucidados (COSTA et al., 2017), contudo são consideradas duas formas de atuação, a primeira envolve melhor aproveitamento nutricional, pois em nível intestinal há uma competição dos microrganismos no consumo de nutrientes e ao fazer a administração de um antimicrobiano com espectro de ação em bactérias específicas, seriam mantidos apenas microrganismos benéficos que contribuem para manutenção do pH e

melhor aproveitamento dos nutrientes (BRUMANO; GATTAS, 2009), a segunda forma segue o propósito inicial de quando foram concebidos os promotores de crescimento que compreende o tratamento preventivo ou subclínico de doenças (FASINA et al., 2016).

Em virtude da produção em larga escala e dos mecanismos de defesa das bactérias, a utilização dos promotores de crescimento baseados em agentes antimicrobianos passou a ser uma preocupação na produção animal e na saúde pública, pois o uso de um agente antimicrobiano com dose abaixo daquela adequada ao tratamento poderia levar a resistência dos microrganismos (MARON; SMITH; NACHMAN, 2013).

Previendo este tipo de eventualidade, a União Europeia em 2006 passou a proibir o completo uso de antibióticos como promotores de crescimento na produção de animais (EUROPE UNION, 2003). Os Estados Unidos fazem um movimento semelhante através do Food and Drugs Administration (FDA, 2013) restringindo o uso de agentes de importância humana. O Brasil segue o exemplo americano, do qual passa a restringir o uso de agentes antimicrobianos específicos ou outros componentes que possam causar prejuízos a saúde pública (Tabela 1).

Tabela 1 – Histórico de proibições de aditivos como promotores de crescimento na alimentação animal no Brasil.

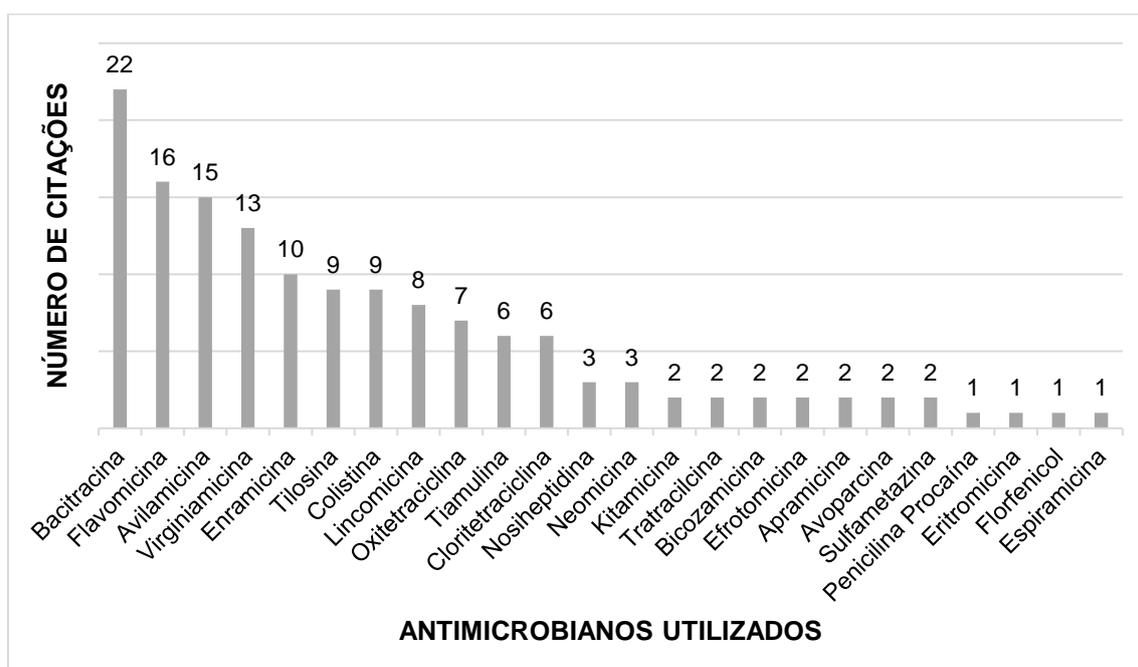
PRINCÍPIO ATIVO	NORMA JURÍDICA CORRESPONDENTE
Avoparcina	Ofício Circular nº 47/1998
Produtos à base de arsenicais e antimoniais	Portaria nº 31, de 29 janeiro de 2002
Produtos à base cloranfenicol nitrofuranos	Instrução Normativa MAPA nº 09, de 27 de junho de 2003
Tireostáticos, androgênicos, estrogênicos ou gestagênicos, substâncias β -agonistas	Instrução Normativa MAPA nº 17, de 18 junho de 2004
Olaquindox	Instrução Normativa SARC/MAPA nº 11, de 24 novembro de 2004
Carbadox	Instrução Normativa SDA/MAPA nº 35, de 14 novembro de 2005
Anfencóis, tetraciclínas, beta lactâmicos (benzilpenicilâmicos e cefalosporinas), quinolonas e sulfonamidas sistêmicas	Instrução Normativa MAPA nº 26, 9/07/2009

Substâncias naturais ou artificiais, com atividade anabolizante hormonal	Instrução Normativa MAPA nº 55, de 1 de dezembro de 2011
Espiramicina e eritromicina	Instrução Normativa MAPA nº 14, de 17 de maio 2012
Sulfato de colistina	Instrução Normativa MAPA nº 45, de 22 de novembro de 2016
Tilosina, lincomicina e tiamulina	Instrução Normativa SDA/MAPA nº 1, de 13 de janeiro de 2020

FONTE: adaptado MAPA (2021)

Diante de um cenário de produção animal globalizado, a Organização Mundial de Saúde Animal (2021) produz um relatório anual que transmite informações sobre a utilização de antimicrobianos como promotor de crescimento nos 92 países que participam desta pesquisa (Gráfico 1), demonstrando as tendências de maior ou menor emprego destes agentes conforme seu princípio ativo. Nota-se que neste mesmo relatório 23% dos países declararam não utilizar nenhum tipo de agente antimicrobiano como promotor de crescimento.

Figura 1- Lista de antimicrobianos utilizados como promotor de crescimento pelos países participantes do relatório “Annual report on antimicrobial agents intended for use in animals 2021” conforme o número de citações.



FONTE: adaptado OIE (2021).

A utilização de agentes antimicrobianos como promotor de crescimento ainda é grande, porém limitada, visto que progressivamente ocorrem restrições de princípios ativos para este fim. Contudo, ainda não foram encontrados substitutos de referência para ocupar a lacuna dos antimicrobianos, de forma que transcorram preocupações sobre a necessidade do aumento da produção dos ingredientes base para a produção de ração, ou de um alto incremento nos custos produtivos que possam gerar uma desestabilização econômica devido a maior parte dos custos estarem relacionados a alimentação (ADHIKARI et al., 2020).

2.2 COMPOSTOS FITOGÊNICOS

Os compostos fitogênicos são substâncias derivadas de plantas que podem ser adicionados na alimentação animal, com o objetivo de melhorar a produtividade (WINDISCH et al., 2008). Estas substâncias bioativas são extraídas de folhas, flores, sementes, frutas, raízes e caule (GADDE et al., 2017). Além de serem divididas de modo geral em extratos vegetais, óleos essenciais e compostos fenólicos.

A confecção e apresentação destes compostos tende a ser diferente conforme o produto a ser proposto, por exemplo, o extrato vegetal consiste em elaborações líquidas ou em pó obtidas através da maceração, percolação ou turbólise, onde de acordo com a substância buscada utiliza-se um solvente diferente, podendo ser álcool, água, acetona ou acetato de etila (MARQUES, 2005)

Os óleos essenciais são obtidos pela técnica de arraste a vapor ou prensagem, são produtos voláteis e de característica lipofílica, de composição variada com presença de aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, hidrocarbonetos, todos em concentrações diferentes, dos quais um ou mais compostos se destacam por serem farmacologicamente ativos (BONA et al., 2012).

Já os compostos fenólicos consistem em substâncias originárias do metabolismo secundário das plantas, sendo estas substâncias imprescindíveis para o crescimento e reprodução das mesmas (ANGELO; JORGE, 2007). Possuem uma tendência maior de formação em condições de estresse, excesso de radiação UV e infecções, pois atuam para trazer estabilidade oxidativa devido

a estes desvios (NACZK; SHAHIDI, 2004). Logo, estes compostos podem estar presentes na composição de extratos e óleos, ou serem obtidos de maneira isolada.

O mecanismo de ação de todos estes compostos geralmente é baseado em propriedades que estabilizam a microbiota intestinal e diminuem o número de metabólitos tóxicos, desta forma há uma redução do estresse celular neste órgão e uma diminuição dos danos oxidativos (LIU et al., 2014; ZHANG et al., 2013).

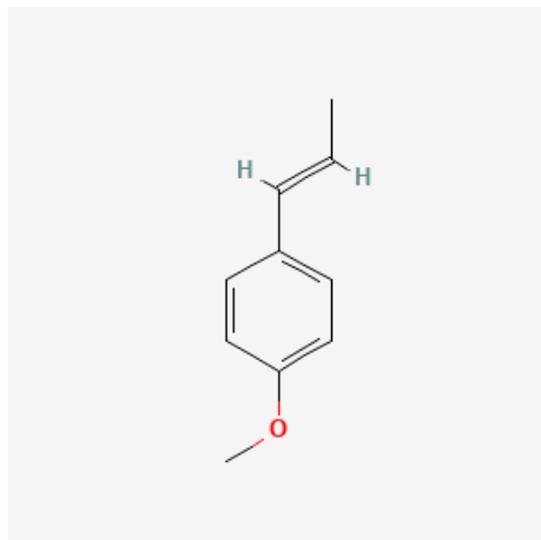
Por trazerem de forma geral os benefícios citados acima, muitas vezes estes óleos e extratos são fornecidos de forma conjunta nas dietas, podendo através desta prática haver uma potencialização destes efeitos, sendo relatadas combinações de até 14 plantas, com resultados positivos como promotores de crescimento (GUO et al., 2004). Devido a estes benefícios, a indústria de produção tem aumentado a demanda por estas substâncias, já que não causam efeitos de resistência e são aprovados por diversos países (GADDE et al., 2017).

2.2.1 Óleo essencial de anis

O anis é um fruto em formato de estrela, oriundo de árvores perenifólias presentes principalmente no sul da China (SHOUFEN; SHAOHUA, 2000). A obtenção do seu óleo essencial ocorre através da prensagem das sementes, que possuem em sua composição a substância bioativa anetol (ou trans-anetol) (ÖZEL, 2009) reconhecida pela estrutura química $C_{10}H_{12}O$ (Figura 1) (PUBCHEM, 2022a). Quando este composto é extraído e purificado é caracterizado por aparecer na forma líquida ou como cristais brancos, exalar um odor próprio da planta de origem e sabor adocicado (CHEBI, 2016).

Seu óleo é utilizado de maneira tópica como antisséptico e para inflamações das articulações (DE et al., 2002). Quando disposto em alimento, contribuí para uma melhora na digestibilidade através do aumento da atividade enzimática, além de possuir uma ação antiparasitária (BURT, 2004) e antifúngica (MOHAMMED, 2018).

Figura 2 – Modelo da estrutura química do Anetol.



Fonte: adaptado PubChem (2022a).

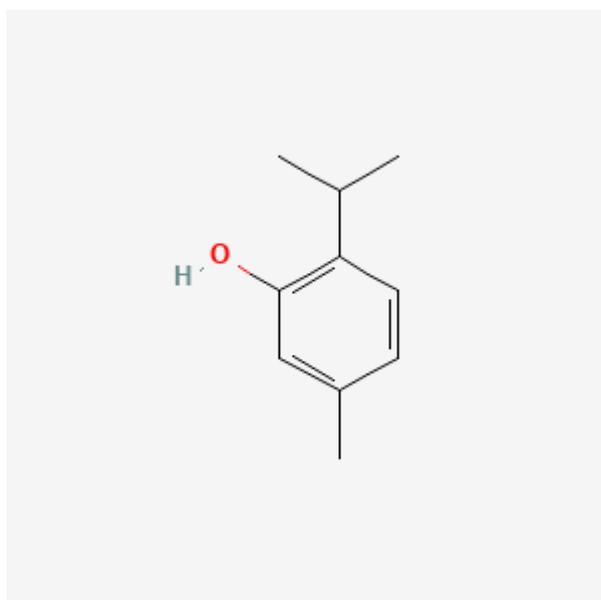
Em testes observou-se atividade antimicrobiana e antioxidante, além de um gosto adocicado (TABANCA et al., 2006). Sua função antioxidante apesar de não ter o mecanismo bem elucidado, em frangos de corte age aumentando a CAT em soro, uma enzima responsável por degradar os radicais livres de hidrogênio e oxigênio, e por realizar a diminuição da peroxidação lipídica através do menor teor de MDA (DING; YANG; YANG, 2017). Também é considerado sua ação antifúngica, com ensaios favoráveis no controle de contaminações por cepas tóxicas da espécie *Aspergillus* (LI et al., 2020), sendo este um resultado considerável devido à alta susceptibilidade de contaminação de ingredientes base para a preparação de rações, especialmente o milho.

A melhora no desempenho zootécnico tem sido pouco notável nas dietas contendo este óleo essencial. Apesar de ser relatado que o cheiro do óleo teria capacidade de estimular o apetite dos animais e por consequência aumentar o consumo (OUATTARA; MOHAMED; ALAGWANY, 2005), foi observado que conforme se aumenta a concentração, o sabor torna-se mais forte e causa um efeito contrário, afetando o desempenho das aves, sendo a quantidade máxima de 600 mg/kg a recomendada para não causar este efeito (DING et al., 2020a). Porém em quantidades menores também não houve melhora em ganho de peso ou conversão alimentar.

2.2.2 Óleo essencial de tomilho

O tomilho (*Thymus vulgaris*) é uma erva aromática de floração perene, natural do sul da Europa, especialmente dentro da região do mediterrâneo, mas que na atualidade possui distribuição mundial (HOSSEINZADEH et al., 2015). Seu uso consiste principalmente no preparo de receitas, na indústria de perfumaria e como planta ornamental (MOGOŞANU et al., 2017). Na extração do seu óleo, destaca-se a presença do timol, um componente biologicamente ativo representado quimicamente por $C_{10}H_{14}O$ (Figura 3) (MARCHESE et al., 2016)

Figura 3 – Modelo da estrutura química do Timol.



Fonte: adaptado PubChem (2022b)

Abdalla e Roozen (1999) demonstraram que os componentes presentes nesta erva poderiam inibir a geração de compostos voláteis, como o hexanal e pentanal, deste modo diminuindo o processo oxidativo. Posteriormente, também foi declarado seu potencial na redução da oxidação do colesterol do tipo LDL (TEISSEDREE; WATERHOUSE, 2000), processo este que interfere na função de células do endotélio devido a formação de placas gordurosas. E além dos efeitos antioxidantes, o tomilho apresentou uma redução do nível de glicose sanguínea em testes realizados com codornas, sendo este um indicativo

associado ao menor estresse de aves confinadas, demonstrando uma função calmante (KHAKSAR et al., 2012).

Poucos estudos apresentam o uso deste óleo essencial como uma alternativa aos promotores de crescimento baseados em antibióticos (ABDEL-WARETH et al., 2012, 2018; CROSS et al., 2007). Apesar disso, alguns trabalhos demonstram que o mecanismo de ação exercido pelo timol poderia ser benéfico nesta substituição (KWON et al., 2019; WANG et al., 2016), pois atua na alteração da estrutura dos ácidos graxos presentes na bicamada fosfolipídica, reduzindo sua integridade e afetando a viabilidade de bactérias gram-positivas, como o *Staphylococcus aureus*.

Em conjunto dos benefícios microbiológicos, El-Ghousein e Al-Beitawi (2009) descrevem que a suplementação do óleo essencial de tomilho induz ao aumento do consumo de ração, em razão da palatabilidade conferida por este composto. Além disso, o timol influencia em uma maior produção de amilase e quimotripsina, enzimas que contribuem para um melhor aproveitamento de nutrientes (WADE et al., 2018).

Sobre a qualidade de carne, é descrito o aumento da capacidade de retenção de água em animais suplementados com tomilho, devido a um efeito antioxidante produzido que garante maior integridade das fibras musculares (DAL BOSCO et al., 2012). Isso ocorre porque há uma melhor estabilidade das membranas celulares de modo que ocorra menor liberação de cálcio (ABDEL-WARETH et al., 2018), sendo este um efeito almejado pela indústria.

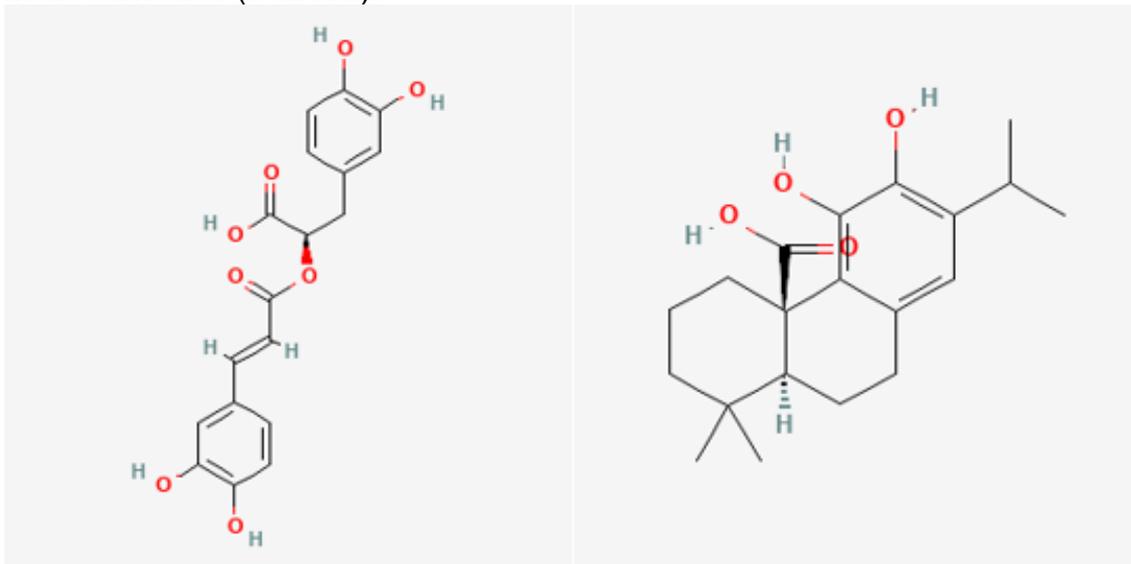
2.2.3 Óleo essencial de alecrim

O alecrim (*Rosmarinus officinalis*), assim como tomilho é uma erva, com origem no sul da Europa e tem sido utilizado principalmente na indústria de cosméticos, alimentar e na medicina popular. A composição bioquímica básica (Figura 3) do óleo e extrato desta planta consiste em maior parte pelo ácido rosmarínico ($C_{18}H_{16}O_8$) (FERLEMI et al., 2015) e ácido carnosico ($C_{20}H_{28}O_4$) (NEVES; NEVES; OLIVEIRA, 2018).

Seu uso como aditivo alimentar é bem estabelecido, sendo inclusive já discutido e determinado seus níveis máximos dentro da União Europeia, com 0,3 mg de extrato para cada quilo de peso vivo (BARLOW et al., 2007). São descritas

diversas funcionalidades dos componentes presentes no alecrim, principalmente da associação dos ácidos carnosico e rosmarínico, que possuem a capacidade de inibir a peroxidação lipídica na mitocôndria (LOUSSOUARN et al., 2017) limitando a produção de espécies reativas ao oxigênio.

Figura 4 – Modelo de estrutura química do ácido rosmarínico (a esquerda) e ácido carnosico (a direita).



Fonte: adaptado PubChem (2022c)

Dentro da nutrição animal, a utilização do alecrim é ligada a melhora da saúde intestinal e redução do número de bactérias patogênicas, com resultados promissores na atividade contra bactérias gram-positivas e por inibir o crescimento de fungos, porém com pouca eficácia contra *Escherichia coli* e *Salmonella Typhimurium* (BENEDEC et al., 2015). A partir destes resultados, foram realizados ensaios que demonstram a atividade sinérgica do ácido rosmarínico com antibióticos, inibindo a formação de biofilmes a atividade de quórum sensing de algumas bactérias (EKAMBARAM et al., 2016).

São relatados ainda benefícios ligados à aspectos imunomoduladores, como melhora na atividade fagocítica, redução de mediadores inflamatórios, diminuição nos níveis de triglicerídeos e colesterol total (LEMBO et al., 2014). É descrito também uma melhora significativa na digestibilidade de nutrientes via íleo, do qual se obteve resultados positivos em dietas de frangos para conversão alimentar e na composição de microrganismos no ceco (PETRICEVIC et al.,

2018). Por fim, destaca-se o efeito de proteção cardíaca para aves em estresse térmico, atuando como um antioxidante, diminuindo níveis de SOD e MDA e aumentando a expressão de genes que inibem proteínas apoptóticas em casos de estresse em células cardíacas (TANG et al., 2018).

2.2.4 Extrato de Quillaja saponária

A Quillaja é uma árvore presente na vegetação do Peru, Chile e Bolívia. Sua casca é rica em saponina, uma substância com estrutura anfifílica, composta por agliconas que são lipofílicas e glicídios hidrofílicos, que formam micelas que ao serem agitadas geram espuma (SPARG; LIGHT; VAN STADEN, 2004), sendo inclusive utilizada para produtos de limpeza.

Este efeito detergente característico das saponinas está relacionado aplicação como antiparasitário, devido ao mecanismo que esta substância tem de se ligar as moléculas de colesterol presentes na membrana celular de protozoários, o que leva a degradação de células e por consequência a morte do parasita (FRANCIS et al., 2002). Isso contribui para diversificação de alternativas no combate de protozoários, visto que há um aumento de resistência de diversos microrganismos aos tratamentos atuais, afetando inclusive o gênero *Eimeria* e os coccidiostáticos (CHAPMAN, 2014).

Outros efeitos relatados das saponinas são a melhora do sistema imune por meio da capacidade de estímulo dos linfócitos Th1 e LTC contra os antígenos exógenos, o que acaba as tornando ideais para adjuvantes imunológicos (SUN; XIE; YE, 2009). Também são descritos estudos envolvendo a atividade antibacteriana da saponina contra *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* (HASSAN et al., 2010; SEWLIKAR; D'SOUZA, 2017), com resultados que demonstram melhor atividade das saponinas contra bactérias gram-positivas, utilizando-se um mecanismo semelhante ao que é usado contra protozoários com danos a parede celular.

2.3 ÁCIDOS ORGÂNICOS

Os ácidos orgânicos são compostos com características levemente ácidas e com estrutura carboxílica (COOH), que podem ser divididos em ácidos de cadeia curta de 1 a 4 carbonos, ou de cadeia média com 6 a 12 carbonos

(PANDA et al., 2016). Além disso são componentes naturais de plantas e tecidos animais, inclusive do ceco de aves sendo produzido a partir do metabolismo de bactérias (WOLFENDEN et al., 2007a). Seu uso inicial estava relacionado ao aumento do *shelf-life* de produtos perecíveis (RICKE, 2003), visto que diminuía o crescimento fúngico e de enterobactérias (GARCIA et al., 2000). Porém recentemente passou-se a observar seu potencial como promotor de crescimento devido sua ação antibacteriana que os ácidos de cadeia curta possuem.

O mecanismo de ação utilizado pelos ácidos orgânicos, do qual age principalmente em bactérias gram-negativas, envolve a parede celular, a membrana citoplasmática, as funções metabólicas e a síntese de proteínas (LAJPAT RAI; SHEORAN; TEWATIA, 2017). Através da penetração na membrana plasmática ocorre a dissociação da estrutura do ácido orgânico no interior da célula, que resulta na liberação de íons H^+ e por consequência uma redução do pH, criando um ambiente estressante para as bactérias, as levando a uma disfunção metabólica e diminuição de sua replicação (HAQ et al., 2017b)

Essa disfunção ocorre principalmente devido as bactérias manterem um pH neutro em seu citoplasma para que suas proteínas sejam funcionais, mas como há um desequilíbrio celular, verifica-se uma grande exportação de prótons para o meio extracelular, fazendo com que bactéria se torne enfraquecida devido o importante gasto energético que sofre para realizar esta ação (RICKE, 2003).

Diante desse mecanismo de ação, torna-se importante utilizar diferentes ácidos para que ocorra a dissociação em vários segmentos intestinais, já que para ocorrer a liberação dos íons H^+ é necessário que o pKa esteja de acordo com o nível de pH, de forma que as dissociações possam ocorrer em mais porções intestinais, afetando principalmente as bactérias cujo crescimento depende de condições mais alcalinas para se desenvolver (LAJPAT RAI; SHEORAN; TEWATIA, 2017).

Tabela 2 – Lista dos diferentes níveis de pH conforme o segmento do trato gastrointestinal.

Segmento	Tempo de Trânsito	pH
Proventrículo/moela	90 minutos	2,5 – 3,5
Duodeno	5 – 8 minutos	5-6
Jejuno	20 – 30 minutos	6,5 – 7,0
Íleo	50 - 70 minutos	7,0 – 7,5

Fonte: adaptado GAUTHIER (2002)

Apesar da característica antibacteriana ser comum aos ácidos orgânicos, existem modos preferenciais de atividade. Os ácidos fórmico, acético, propiônico e sórbico são descritos por diminuírem o pH do trato gastrointestinal e agirem diretamente nas bactérias gram negativas (CASTRO, 2005). E os ácidos láctico, fumárico e cítrico diminuem o pH do proventrículo e populações bacterianas sem uma preferência específica (PAPATSIROS; KARATZIA, 2013)

E ainda alguns ácidos específicos, como o butírico, consegue ter efeitos contra *Clostridium perfringens* e auxiliar em processos antiinflamatórios (HODIN, 2000). Além de ser associado com o crescimento de células da mucosa intestinal e ser uma fonte de energia para células do epitélio deste órgão. (DALMASSO et al., 2008).

Embora estes mecanismos possam atuar de forma específica para algumas bactérias, e ou de forma generalista, pesquisas demonstram que a ação de ambos pode ser potencializada quando utilizados vários ácidos em conjunto fazendo a combinação de pKa em vários segmentos intestinais (Tabela 3), e não de forma isolada (SAMANTA; HALDAR; GHOSH, 2008, 2010).

Tabela 3 – Lista com os ácidos orgânicos utilizados neste trabalho, conforme seu pKa de dissociação.

Ácido Orgânico	pKa
Butírico	4,82
Propiônico	4,88
Cáprico	4,89
Caprílico	4,89

Fonte: adaptado Borosky (2011)

Ainda que já existam benefícios demonstrados, o uso de ácidos orgânicos ainda não está completamente validado, devido as variáveis em torno da sua

suplementação, como a quantidade de inclusão, a fonte destes ácidos e a capacidade tamponante de outros ingredientes que existem na dieta (KIM; KIM; KIL, 2015).

3 ARTIGO 1: COMPOSTOS FITOGÊNICOS E ÁCIDOS ORGÂNICOS NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE: SEUS EFEITOS NO DESEMPENHO E QUALIDADE DE CARCAÇA

Os resultados desta dissertação são apresentados na forma de artigo (a ser submetido, submetido, aprovado ou publicado), com as seções de acordo com as orientações da Revista Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia.

3.1 INTRODUÇÃO

A avicultura é uma das indústrias que mais crescem na demanda por carnes, em conjunto da busca por eficiência e alto desempenho de animais (YADAV; JHA, 2019). Dentro deste contexto, há uma grande parcela envolvendo a alimentação, e por representar cerca de 70% dos custos na produção (ADHIKARI et al., 2020), cria-se uma demanda por aditivos que possam diminuir perdas e melhorar índices zootécnicos.

Para reduzir estes custos, são utilizados os promotores de crescimento, aditivos introduzidos na alimentação com o objetivo de melhorar as variáveis de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar (TOLDRA; REIG, 2016). Historicamente o emprego desta classe de aditivos é relacionada com o uso de agentes antimicrobianos, isso se deve ao longo tempo em que tais substâncias eram a referência na proposta de melhorador de desempenho (DIBNER; RICHARDS, 2005). Porém, em virtude da produção em larga escala e dos mecanismos de defesa das bactérias, a utilização dos promotores de crescimento baseados em agentes antimicrobianos passou a ser uma preocupação na produção animal e na saúde pública, pois o uso de um agente antimicrobiano com dose abaixo daquela adequada ao tratamento poderia levar a resistência dos microrganismos (MARON; SMITH; NACHMAN, 2013).

Diante desta realidade, a União Europeia em 2006 passou a proibir o uso de antibióticos como promotores de crescimento na produção dos animais (EUROPE UNION, 2003), assim como os Estados Unidos que faz um movimento semelhante, limitando apenas antimicrobianos de importância humana (FDA, 2013). Todas essas restrições seguem um movimento global, do qual restringe

cada vez mais o número de princípios ativos para uso em animais como melhorador de desempenho (OIE, 2021), fazendo com que os nutricionistas busquem alternativas que não possuem restrições e preenchem a lacuna dos antimicrobianos.

Uma possibilidade em ascensão na área de melhoradores de desempenho são os aditivos naturais com base em óleos essenciais ou extratos. Com uma grande quantidade de moléculas bioativas existentes, algumas plantas têm mostrado atividade antioxidante, antimicrobiana e de promoção de crescimento (GOPI et al., 2013). O óleo essencial de anis, em frangos de corte age aumentando a CAT em soro, uma enzima responsável por degradar os radicais livres de hidrogênio e oxigênio, e por realizar a diminuição da peroxidação lipídica através do menor teor de Malonaldeído (MDA) (DING; YANG; YANG, 2017). Com a adição do óleo essencial de alecrim e a presença dos ácidos carnosico e rosmarínico em sua composição, os efeitos antioxidantes podem ser potencializados, visto que parte do seu mecanismo de ação consiste em inibir a peroxidação lipídica na mitocôndria (LOUSSOUARN et al., 2017) limitando assim produção de espécies reativas ao oxigênio.

Em atividade antimicrobiana, o óleo essencial de tomilho tem se destacado pelo mecanismo de ação exercido pelo timol, uma substância presente neste óleo que atua na alteração da estrutura dos ácidos graxos presentes na bicamada fosfolipídica das bactérias, reduzindo sua integridade e afetado a viabilidade (KWON et al., 2019; WANG et al., 2016). Este mecanismo de ação pode ser inclusive complementado pela ação da *Quillaja saponária*, uma planta que possui em suas cascas substâncias com efeito detergente, do qual é gerado um extrato vegetal com propriedades de se ligar e degradar moléculas de colesterol presentes na membrana celular, especialmente de protozoários, levando a morte dos microrganismos (CHAPMAN, 2014; FRANCIS et al., 2002).

De maneira geral ao se utilizar os óleos essenciais e extratos vegetais, suas propriedades consistem em estabilizar a microbiota intestinal e diminuir o número de metabólitos tóxicos, desta forma há uma redução dos danos oxidativos e melhor aproveitamento dos nutrientes (LIU et al., 2014; ZHANG et al., 2013). Desta forma, por trazerem tais benefícios são recomendadas suas

combinações, podendo chegar até 14 fitogênicos, para que ocorra potencialização dos efeitos sinérgicos (GUO et al., 2004).

Outra possibilidade envolve o uso de ácidos orgânicos, substâncias naturais que são empregadas como conservantes para alimentos perecíveis, devido a capacidade de controlar contaminações bacterianas (RICKE, 2003). Estes compostos possuem características levemente ácidas e com estrutura carboxílica (COOH), dos quais podem ser divididos em ácidos de cadeia curta de 1 a 4 carbonos, ou de cadeia média com 6 a 12 carbonos (PANDA et al., 2016)

O mecanismo de ação dos ácidos ocorre através da penetração na membrana plasmática onde ocorre a dissociação da estrutura do ácido orgânico no interior da célula, que visa a liberação de íons H⁺ e por consequência uma redução do pH, criando um ambiente estressante para as bactérias, levando-as a uma disfunção metabólica e diminuição de sua replicação (HAQ et al., 2017b)

Para que haja o efeito desejado é necessária a dissociação do ácido, da qual não vai depender apenas do pH do segmento intestinal, que pode variar entre 6,0 no duodeno a 7,5 no íleo (GAUTHIER, 2002), mas também do constante de dissociação pKa. Diante desse mecanismo de ação, torna-se importante utilizar diferentes ácidos para que ocorra a dissociação em vários segmentos intestinais e possa influenciar a microbiota intestinal afetando principalmente as bactérias cujo crescimento depende de condições mais alcalinas para se desenvolver (LAJPAT RAI; SHEORAN; TEWATIA, 2017).

Perante um cenário de produção animal que busca alternativas, o objetivo com este trabalho foi avaliar o uso de produtos fitogênicos à base de óleos essenciais, ácidos orgânicos e extrato vegetal como aditivos na produção de frangos de corte e seus efeitos sobre o desempenho, histologia intestinal e qualidade da carne.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual de Santa Catarina, sob o protocolo de número CEUA 9719170920.

3.2.1 Produtos utilizados

Para realização deste experimento foram utilizados dois produtos comerciais diferentes. O primeiro consiste em um blend a base de óleo essencial de alecrim (15 g/kg), óleo essencial de tomilho (15 g/kg), óleo essencial de anis (50 g/kg), extrato de *Quillaja saponária* (200 g/kg)

E o segundo uma mistura em pó contendo ácidos butírico (135 g/kg), propiônico (58 g/kg), cáprico (18 g/kg) e caprílico (18 g/kg).

3.2.2 Animais, instalações e alimentação

Este estudo foi realizado no aviário experimental para frangos de corte da Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Santa Catarina, localizada no município de Guatambu, SC, Brasil. Um total de 420 pintainhos machos de um dia de vida (Ross 308) foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos de 7 repetições com 15 aves cada. O alojamento foi em um galpão de pressão negativa, em boxes de 2,0 m², com ração fornecida de maneira *ad libitum* através de comedouros tubulares e bebedouros tipo *nipple*. O programa de luz utilizado foi baseado nas orientações do manual da linhagem.

Os tratamentos foram divididos da seguinte forma: CN – controle negativo, ração basal sem nenhum aditivo; PCA – promotor de crescimento antibiótico, ração basal com a adição de enramicina (10g/ton); OEE, óleos essenciais e extrato, ração basal com adição de 200g/ton do blend de óleos e extrato; AO – ácidos orgânicos, ração basal com a adição de 750g/ton do produto a base de ácidos orgânicos.

A ração basal farelada utilizada foi formulada para frangos de corte de alto desempenho com base em milho e farelo de soja (Tabela 4), conforme composição e exigências nutricionais estabelecidas pelas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011). A mistura dos ingredientes foi em um misturador horizontal com capacidade para 150 kg.

Tabela 4 – Composição percentual e nutricional das dietas utilizadas nas diferentes fases de criação.

Ingredients (mg/kg)	Age (days)		
	1 – 21	22 - 35	36 - 45

Corn 7,88% CP	587.87	616.44	657.11
Soybean meal 46% CP	344.33	309.93	272.79
Soy oil	29.03	38.42	38.02
Bicalcium phosphate	16.15	13.93	11.75
Calcitic limestone	08.64	07.91	07.09
Iodized salt	04.82	04.57	04.44
DL-Methionine – 99%	03.25	03.04	02.81
L-lysine – 78%	02.94	02.89	03.10
L-threomine – 99%	00.97	00.86	00.88
Basemix of vitamins and minerals ¹	02.00	02.00	02.00
Calculated chemical composition	100	100	100
Energy (kcal/kg)	3050	3150	3200
Crude protein (%)	21.20	19.80	18.40
Calcium (%)	0.84	0.76	0.66
Phosphorus (%)	0.40	0.35	0.31
Digestible lysine (%)	1.22	1.13	1.06
Digestible methionine (%)	0.47	0.45	0.42
Digestible methionine + cysteine (%)	0.88	0.83	0.77
Digestible threonine (%)	0.79	0.73	0.69
Digestible tryptophan (%)	0.21	0.20	0.19
Sodium (%)	0.21	0.20	0.19

¹ Minimal vitamin and mineral levels per kg of product: vitamin A (5.000.000 UI); vitamin D3 (1.000.000 IU); vitamin E (15.000 UI); vitamin K3 (1.500 mg); vitamin B1 (1.500 mg); vitamin B2 (3.000 mg); vitamin B6 (2.000 mg); vitamin B12 (7.000 mcg); folic acid (500 mg); nicotinic acid (15 g); pantothenic acid (7000 mcg); choline (80 g); biotin (100 mg); Copper (10 g); iron (50 g); iodine (1.000 mg); manganese (80 g); selenium (300 mg); zinc (70 g); minimum humidity (20 g); maximum mineral matter (980 g). Growth promoter (Enramycin, 10 mg/ kg of feed); coccidiostatic agent (salinomycin, 64 mg/kg of feed).

3.2.3 Variáveis de desempenho

O ganho de peso dos frangos e o respectivo consumo foram avaliados nos dias 1, 21, 35 e 42. A ingestão alimentar (kg/animal/dia) foi calculada a partir da diferença entre o fornecimento inicial de ração e as sobras obtidas no fim das pesagens. Com estes dados foi possível calcular o ganho de peso (GP) através

da fórmula (peso inicial – peso final) / número de animais); e a conversão alimentar (CA) dividindo a quantidade de ração consumida pelo peso vivo dos animais. A viabilidade (VIAB) foi determinada através da diferença do número inicial e final de aves em cada período, expresso em porcentagem (%).

3.2.4 Variáveis físico-químicas da carne

Após 42 dias de experimento, foram selecionadas duas aves por unidade experimental (n=10 por tratamento) para realizar as análises de carne. Os animais permaneceram em um jejum de oito horas para realização do abate, do qual foi utilizado o método de deslocamento cervical aprovado pelas diretrizes de bem-estar animal (BRASIL, 2013). Houve a sangria dos animais e escaldagem (52-54°C) para que ocorra a retirada das penas em máquina plucker. Cabeça, pernas, pescoço e vísceras foram retirados manualmente. Ao fazer a evisceração foram recolhidas amostras de intestino (jejuno) e mantidos em frascos com solução de formaldeído a 10%. Na realização dos cortes, foram reservados os músculos do peito (*Pectoralis major*) para as análises físico-químicas.

O músculo do peito passou por uma refrigeração de cinco horas, e após este período foram feitas as seguintes análises: potencial hidrogeniônico (pH), coloração da carne, capacidade de retenção de água (CRA), perda de água por cocção e determinação da força de cisalhamento (FC).

A análise de pH foi realizada por meio de um eletrodo de imersão da marca Testo 205® que foi inserido na porção cranial do músculo *Pectoralis major*, determinado o pH final da carne.

A avaliação de coloração foi realizada na parte interna do músculo *Pectoralis major* através do aparelho Minolta Chroma Meter modelo CR-400, obtendo os parâmetros de L* para luminosidade, a* coordenada vermelho/ verde (+a indica vermelho e –a indica verde), b* coordenada amarelo / azul (+b indica amarelo e –b indica azul).

Para obter a capacidade de retenção de água (%) foi tomada uma amostra de 2 g ($\pm 0,15$) de carne do músculo do peito. Essas amostras foram colocadas entre dois papéis de filtro e placas de acrílico, onde receberam uma pressão exercida por um peso de 10,0 kg durante cinco minutos. Após este período foram

novamente pesadas determinando a capacidade de retenção de água, conforme descrito por Hamm (1961).

A perda de água por cozimento seguiu a metodologia proposta por Honikel (1998), no qual as amostras da carne do peito foram embaladas em sacos plásticos com peso inicial identificado, levadas a banho-maria durante 30 minutos em temperatura de 85 °C. Ao fim deste período estas amostras foram retiradas dos sacos plásticos para resfriamento e eliminação da água, pesadas novamente para comparação, determinando assim em porcentagem as perdas durante o cozimento.

Para medir a força de cisalhamento foram utilizadas as mesmas amostras que passaram pela perda por cozimento, das quais estavam reduzidas em tamanho com medidas conhecidas e estavam acomodadas com as fibras musculares orientadas no sentido perpendicular a lâmina WarnerBratzler que foi acoplada ao aparelho Texture Analyser TA-XT2i, o qual determinou a medida da força de cisalhamento, expressa em kgf/cm² conforme Lyon, Lyon e Dickens (1998).

3.2.5 Peroxidação da carne (TBARS)

A peroxidação lipídica da carne foi definida através de um método indireto por extração aquosa descrito por Pikul, Leszczynski e Kummerow (1989) que mede os danos causados pelo stress oxidativo pela análise de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS). Para observação dos resultados foi utilizado um espectrofotômetro a 532 nm, o composto tetrametoxipropano (TMP) foi definido como o padrão de TBARS e os resultados foram expressos em Nmol TMP/g de amostra.

3.2.6 Histomorfologia intestinal

Após o abate das aves, foram selecionadas amostras de jejuno padronizadas em cortes de 3 cm, acondicionadas em frascos contendo 10% de formaldeído que, ao estarem fixadas, passaram pelo processo de desidratação, clarificação, inclusão de parafina e cortes deste tecido por meio de um micrótomo com espessura de 10- μ m. As seções histológicas receberam a coloração eosina e hematoxilina. As medições de altura e profundidade das criptas intestinais

foram realizadas através de um microscópio NIKON Ci-L equipado de uma câmera NIKON DS-Fi3 de 5,9 MPix e software NIS ELEMENTS, do qual permite as medições das imagens histológicas. A altura das vilosidades e a profundidade das criptas foram determinadas de acordo com (CARUSO; DEMONTE, 2005).

3.2.7 Análise estatística

Este experimento foi submetido a um delineamento inteiramente casualizado e suas variáveis passaram pelo teste de normalidade (Shapiro-Wilk), de modo que os dados que não possuíam distribuição normal foram transformados em logaritmo. Posteriormente, foi realizada análise de variância e o teste de Tukey, em que foram consideradas diferenças significativas entre os tratamentos quando $P < 0,05$.

3.3 RESULTADOS

Houve efeito ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre o desempenho das aves em todas as fases de criação avaliadas (Tabela 5). No período de 1-21 dias, o GP foi maior ($P < 0,011$) para aves alimentadas com o promotor Enramicina (PCA) em comparação ao controle negativo (CN), os demais tratamentos não diferiram entre si. Durante o período de 1-35 dias, as aves dos grupos PCA, OEE e AO tiveram resultados similares em GP ($P < 0,0001$), enquanto CN foi significativamente menor que todos os outros tratamentos. A conversão alimentar foi pior ($P < 0,004$) nos frangos que não receberam nenhum promotor de crescimento (PCA). Na fase de 1-42 dias, o GP foi superior ($P < 0,011$) para PCA, OEE e AO em comparação ao controle negativo. Houve tendência de efeitos ($P < 0,064$) para a variável de conversão alimentar neste período, de forma que os tratamentos com suplementação apresentaram valores menores que o sem nenhuma suplementação.

Tabela 5 - Médias obtidas para consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade das aves submetidas aos diferentes tratamentos nos períodos de 1 a 21, 1 a 35 e 1 a 42 dias de vida.

	CR, kg/fase	GP, kg/fase	CA	Viabilidade, %.
Variáveis	1-21 dias			
PCA	1,30	0,89 A	1,46	100

CN	1,28	0,82 B	1,52	100
OEE	1,28	0,86 AB	1,49	100
AO	1,29	0,88 AB	1,47	100
P	0,804	0,011	0,802	0,434
CV (%)	4,94	2,99	4,75	1,03
1-35 dias				
PCA	3,79	2,42 A	1,56 B	100
CN	3,72	2,24 B	1,66 A	100
OEE	3,79	2,40 A	1,58 B	100
AO	3,77	2,41 A	1,56 B	100
P	0,272	<0,0001	0,004	0,605
CV (%)	3,44	2,63	3,89	1,33
1-42 dias				
PCA	5,35	3,21 A	1,67	99,04
CN	5,25	3,06 B	1,72	97,14
OEE	5,35	3,24 A	1,65	98,09
AO	5,37	3,24 A	1,66	99,04
P	0,187	0,011	0,064	0,650
CV (%)	3,40	2,76	2,52	3,27

A,B – Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (5%). CV = Coeficiente de variação.

PCA = Promotor de Crescimento Antibiótico; CN = Controle negativo; OEE = Óleos essenciais e extratos; AO = Ácidos orgânicos.

As aves submetidas aos tratamentos propostos apresentaram diferenças ($P < 0,05$) nos exames histológicos de avaliação intestinal (Tabela 6). A suplementação de ácidos orgânicos resultou em frangos com maior comprimento de vilosidades ($P < 0,011$), enquanto as aves do grupo óleos essenciais e extratos demonstraram o menor desenvolvimento em comparação ao grupo AO (Tabela 3). A profundidade de criptas foi maior para o grupo PCA ($P < 0,001$), seguido por CN e OEE, o tratamento com AO não se diferenciou de PCA e CN. A relação vilo/cripta foi maior no grupo OEE em comparação ao PCA.

Tabela 6 - Médias obtidas para comprimento de vilosidades, profundidade de cripta e relação vilo/cripta das amostras de jejuno das aves submetidas aos diferentes tratamentos e abatidas aos 42 dias de vida.

	Vilos (μm)	Cripta (μm)	Vil./Cripta
PCA	1608 AB	243 A	6,73 B
CN	1535 AB	206 B	7,54 AB
OEE	1395 B	159 C	8,62 A
AO	1650 A	219 AB	7,54 AB

P	0,011	<0,001	<0,001
CV (%)	11,03	11,38	14,04

A, B, C – Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (5%). CV = coeficiente de variação.

PCA = Promotor de Crescimento Antibiótico; CN = Controle negativo; OEE = Óleos essenciais e extratos; AO = Ácidos orgânicos.

Entre as variáveis relacionadas a carne apenas a capacidade de retenção de água, força de cisalhamento, luminosidade e o TBARS foram influenciados ($P < 0,05$) pelos tratamentos (Tabela 7) as demais variáveis não foram influenciadas ($P > 0,05$), com menor capacidade de retenção de água para o tratamento com ácidos orgânicos. A força de cisalhamento e L apresentaram resultado similares com o tratamento com maior força de cisalhamento e maior L comparativamente aos OEE ($P < 0,05$) com os demais tratamentos não diferindo ($P > 0,05$). Os valores de TBARS foram maiores no tratamento AO comparativamente ao PCA ($P < 0,05$) com os demais tratamentos não diferindo

Tabela 7 - Valores médios obtidos para pH, capacidade de retenção de água (CRA), luminosidade (L), intensidade de vermelho (a), intensidade de amarelo (b), perdas de peso por cocção (PPC), força de cisalhamento (FC) e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS, mg/TMP/kg amostra) das carnes das aves.

	pH	CRA	PPC	FC	L	a*	b*	TBARS
PCA	5,82	72,81 A	15,44	1,93 AB	54,89 AB	1,21	9,42	1,30 B
CN	5,84	71,88 A	16,92	1,95 AB	55,88 AB	1,68	8,10	1,73 AB
OEE	5,91	72,53 A	17,16	1,69 B	52,18 B	1,63	9,13	1,89 AB
AO	5,80	66,24 B	17,07	2,20 A	56,53 A	1,65	9,20	2,33 A
P	0,295	0,014	0,995	0,027	0,009	0,256	0,71	0,022
CV (%)	1,49	3,87	31,81	17,91	4,37	51,95	17,7	27,03

A, B – Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (5%). CV = coeficiente de variação.

PCA = Promotor de Crescimento Antibiótico; CN = Controle negativo; OEE = Óleos essenciais e extratos; AO = Ácidos orgânicos

3.4 DISCUSSÃO

A busca de alternativas ao uso de promotores de crescimento baseados em antibióticos tem sido algo crescente na produção animal, dado os problemas em saúde pública que podem ser gerados devido a resistência de microrganismos. No presente estudo a suplementação com OEE e AO apresentaram resultados semelhantes para ganho de peso nas fases de 1-35 e

1-42 dias ao promotor antibiótico, mas na fase inicial não houveram diferenças das alternativas propostas entre o CN e PCA, isto pode estar relacionado desenvolvimento inicial das aves, pois precisam dispor de parte da proteína e outros nutrientes ingeridos para os desafios imunes que a ave enfrenta em uma cama de aviário, onde o promotor antibiótico tem uma resposta mais assertiva contra os microrganismos patogênicos. Apesar disso, quando as aves alcançam maior desenvolvimento, podemos perceber que ocorre semelhança nos resultados dos produtos teste com o PCA, porém por mecanismos diferentes. As aves suplementadas por OEE foram provavelmente estimuladas pelos óleos essenciais a secretar um maior número de enzimas pancreáticas e intestinais como a amilase, maltase e tripsina (JANG et al., 2004; LIU et al., 2017; SU et al., 2021), isto porque durante a fase inicial, considerada de maior desafio imunológico, onde as aves estão mais sujeitas a bactérias oportunistas, a ação antibacteriana dos óleos não parece ter surtido o efeito esperado, mesmo em conjunto com o extrato de *Quillaja saponária* que também reproduz ação antibacteriana e anticoccidiano (HASSAN et al., 2010; SEWLIKAR; D'SOUZA, 2017), sendo a hipótese das enzimas sustentadas pelos resultados no ganho de peso e conversão alimentar de 35 e 42 dias, onde o desafio imunológico é menor. Os ácidos orgânicos (butírico, propiônico, cáprico, caprílico) por sua vez fizeram a acidificação do ambiente intestinal, pois com diferentes pKa poderiam agir em porções maiores do intestino, afetando principalmente as bactérias cujo crescimento depende de condições mais alcalinas para se desenvolver (LAJPAT RAI; SHEORAN; TEWATIA, 2017), isto permite uma diminuição da carga microbiana deste órgão e conseqüentemente menor competição de nutrientes e menor reação inflamatória, além disso os AO possibilitam aumento de enzimas pancreáticas (AO et al., 2009; DAI et al., 2021) melhorando assim a digestibilidade da ração. Os efeitos no desempenho das aves suplementadas com AO parecem ser mais assertivos em aves que estão sendo desafiadas em comparação com tratamento OEE, visto que no período de 1-21 dias houve uma tendência muito próxima de similaridade com os resultados do PCA.

O aumento de vilosidades nas aves referente ao tratamento AO permite deduzir que houve redução do processo inflamatório ocasionado por bactérias oportunistas, assim como uma menor taxa de renovação, sendo uma hipótese já

suportada por outros estudos (DAI et al., 2021; KIM; KIM; KIL, 2015; PAUL et al., 2007) da qual permite melhor absorção dos nutrientes. Mas apenas a redução do número de bactérias não garante um aumento de vilosidade, conforme observado no tratamento suplementado por PCA, do qual não diferiu estatisticamente do controle negativo e AO, então sugere-se que houve também uma influência na produção de MUC2 das aves assim como descrito em outros trabalhos que fizeram uso de ácidos orgânicos (PHAM et al., 2020; STEFANELLO et al., 2020), este é um gene que ao ser expresso passa a produzir uma maior quantidade de mucina no intestino (JIANG; APPLGATE; LOSSIE, 2013), fortificando a resposta imune inata dos animais e refletindo na profundidade de cripta. As aves que receberam OEE em sua dieta tiveram vilosidades menores em comparação aos demais tratamentos, apesar deste resultado ser uma divergência com de outros estudos (DING et al., 2020b; YANG et al., 2019), isto não afetou o desempenho das aves, porém acredita-se que o número e a quantidade de óleos essenciais possam ter irritado a mucosa intestinal (ABD EL-HACK et al., 2022; GOPI et al., 2013) e gerado uma inflamação, da qual pode inclusive influenciar nos resultados sobre a atividade antioxidante promovida por estes óleos. A menor profundidade de cripta vista no tratamento também não influenciou o desempenho, visto que os tamanhos estão proporcionais na relação cripto/villo, e que não houve prejuízo na produção de enzimas e outros componentes (JANG et al., 2004; LIU et al., 2017; SU et al., 2021). Os animais suplementados com PCA expressaram vilosidades com uma tendência muito próxima ao grupo AO, o que evidencia que o antibiótico proporciona um ambiente propício a este crescimento, porém com uma grande profundidade de cripta, algo não observado em outros estudos (GAO et al., 2021; YANG et al., 2019).

Sobre os resultados de análise de carne, são consideradas diferenças significativas para capacidade de retenção de água, força de cisalhamento e o nível de TBARS. A capacidade de retenção de água no músculo de peito foi menor nos animais suplementados com ácidos orgânicos e isso pode estar relacionado ao estado de hidratação fisiológica, visto que diversos estudos (MENCONI et al., 2014; NAVA et al., 2007; WOLFENDEN et al., 2007b) descrevem um aumento do consumo de água ao utilizar tais produtos,

levantando a hipótese de que parte deste líquido não é liberado diretamente nas excretas das aves, mas sim no gotejamento da carne. Essa menor retenção de água parece estar associada a maior força exercida para realizar o corte, pois não há diferença de pH nos tratamentos que justifiquem comprometimento das fibras musculares (GARCIA et al., 2011), efeito esse que caracteriza a maciez da carne. Já para o tratamento envolvendo os óleos essenciais, que apresentou menor força para corte comparado aos outros grupos, não foram obtidas respostas condizentes, sendo este um achado não explicado também por outros autores (HERNÁNDEZ-CORONADO et al., 2019; PARK et al., 2014). A menor luminosidade observada na análise de carne do grupo suplementado com óleos essenciais parece não ser um efeito típico, visto que para haver este escurecimento seria necessário aumento de pH da carne ou a fixação de pigmentos em tecido adiposo (BAÉZA; GUILLIER; PETRACCI, 2021), porém não são citados em literatura mecanismos que possam influenciar este tipo de efeito em óleos essenciais.

O nível de TBARS determina os danos causados por estresse oxidativo através da peroxidação lipídica. Os animais que foram submetidos ao PCA apresentaram menores índices de estresse oxidativo devido aos antibióticos promoverem menor desafio imunológico a nível intestinal (FASCINA et al., 2017), o que por consequência diminui também a quantidade de reações inflamatórias. Os resultados do grupo OEE foram similares ao CN, apesar de pesquisas demonstrarem que óleos essenciais estimulam a atividade da enzima superóxido desmutase (SOD), da qual impede a formação de espécies reativas ao oxigênio (ABD EL-HACK et al., 2021; HASHEMIPOUR et al., 2013), não houve diferenciação do CN. Acredita-se que a quantidade tenha sido insuficiente para alcançar o efeito desejado, mesmo com a adição do extrato de *Quillaja saponária* que em teoria poderia contribuir para o desempenho da função antioxidante através da ação dos flavonoides presentes em sua composição (FELLENBERG et al., 2011), porém existem poucos relatos sobre uma quantidade ideal. O maior índice de TBARS presente nas aves suplementadas com AO refere-se a baixa atividade antioxidante presente nestes compostos, pesquisas recentes (ABUDABOS et al., 2017; MA et al., 2021) demonstram a necessidade de doses acima de 3.000 mg/kg para observação destes efeitos, porém com ressalvas

devido à alta liberação de íons H^+ e a possibilidade de efeitos contrários. Desta forma, apesar dos ácidos orgânicos oferecerem um ambiente menos favorável para bactérias com preferência a pH mais alcalino, isto parece não limitar outras reações inflamatórias, assim como também não dispõe de um mecanismo de estímulo de propriedades antioxidantes como os OEE.

3.5 CONCLUSÃO

A utilização dos ácidos orgânicos e óleos essenciais associados a extratos apresentaram resultados satisfatórios na conversão alimentar e ganho de peso das aves nas fases finais e intermediárias de criação, podendo substituir o promotor de crescimento baseado em antibiótico deste estudo. Na análise de carne, os níveis de TBARS foram maiores para os AO e OEE, demonstrando um efeito não desejado aos produtos. Houve influência dos tratamentos propostos no tamanho de vilosidades e criptas intestinais, dos quais podem ter influenciado positivamente dos absorção de nutrientes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme observado neste trabalho, os ácidos orgânicos e óleos essenciais podem substituir os promotores baseados em antibióticos de maneira satisfatória nas análises de desempenho animal, bem como na histologia animal. Apesar de que os mecanismos que promovem essa melhora não são bem definidos dentro da literatura, visto que a maior parte associa funções antibacterianas nos óleos essenciais, mas ao serem realizados experimentos este efeito não se reflete tão bem no desempenho inicial dos animais.

Ao avaliar o desempenho dos tratamentos propostos em TBARS, percebemos que são gerados efeitos indesejáveis. Existem poucos trabalhos que fazem a associação de ácidos orgânicos a propriedades antioxidantes, porém os óleos essenciais possuem estes efeitos bem descritos, porém acredita-se que a mistura de vários óleos possa inviabilizar esta função, ou então que são necessárias quantidades maiores para realizar este efeito.

Em experimentos futuros, considera-se incluir as análises de pH intestinal, swab de cloaca para uma contagem microbiológica e leucograma das aves. A análise envolvendo o pH intestinal seriam um argumento para demonstrar se os ácidos orgânicos influenciaram o pH dos segmentos intestinais através da sua dissociação, bem como se houve influência na contagem bacteriana, oferecendo uma melhor fundamentação a respeito da interação entre bactérias e nível de pH. Por fim, o leucograma iria apontar se houve algum desafio imunológico nas fases de criação e se os tratamentos tiveram influência sobre a contagem de células de defesa.

REFERÊNCIAS

- ABD EL-HACK, M. E. et al. Essential oils and their nanoemulsions as green alternatives to antibiotics in poultry nutrition: a comprehensive review. **Poultry Science**, v. 101, n. 2, p. 101584, 1 fev. 2022.
- ABD EL-HACK, M. S. et al. Essential oils and their nanoemulsions as green alternatives to antibiotics in poultry nutrition: a comprehensive review. **Poultry Science**, p. 101584, 8 nov. 2021.
- ABDALLA, A. E.; ROOZEN, J. P. Effect of plant extracts on the oxidative stability of sunflower oil and emulsion. **Food Chemistry**, v. 64, n. 3, p. 323–329, 16 fev. 1999.
- ABDEL-WARETH, A. A. A. et al. Effects of thyme and oregano on growth performance of broilers from 4 to 42 days of age and on microbial counts in crop, small intestine and caecum of 42-day-old broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 178, n. 3–4, p. 198–202, 20 dez. 2012.
- ABDEL-WARETH, A. A. A. et al. Thyme oil inclusion levels in a rabbit ration: Evaluation of productive performance, carcass criteria and meat quality under hot environmental conditions. **Animal Nutrition**, v. 4, n. 4, p. 410–416, 1 dez. 2018.
- ABUDABOS, A. M. et al. Effect of organic acid blend and *Bacillus subtilis* alone or in combination on growth traits, blood biochemical and antioxidant status in broilers exposed to *Salmonella typhimurium* challenge during the starter phase. <http://www.tandfonline.com/action/journalInformation?show=aimsScope&journalCode=taar20#.VsXoziCLRhE>, v. 45, n. 1, p. 538–542, 25 ago. 2017.
- ADHIKARI, P. et al. Research Note: Effect of organic acid mixture on growth performance and *Salmonella Typhimurium* colonization in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 99, n. 5, p. 2645–2649, nov. 2020.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos: uma breve revisão. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, p. 1–9, 2007.
- AO, T. et al. Effect of enzyme supplementation and acidification of diets on nutrient digestibility and growth performance of broiler chicks. **Poultry Science**, v. 88, n. 1, p. 111–117, 1 jan. 2009.
- BAÉZA, E.; GUILLIER, L.; PETRACCI, M. Review: Production factors affecting poultry carcass and meat quality attributes. **Animal**, p. 100331, 19 ago. 2021.
- BARLOW, S. et al. Opinion of the Scientific Committee related to Uncertainties in Dietary Exposure Assessment. **EFSA Journal**, v. 5, n. 1, 1 jan. 2007.
- BENEDEC, D. et al. Assessment of rosmarinic acid content in six Lamiaceae species extracts and their antioxidant and antimicrobial potential. **Pakistan journal of pharmaceutical sciences**, v. 28, n. 6 Suppl, p. 2297–303, nov. 2015.

BONA, T. D. M. M. et al. Óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta no controle de Salmonella, Eimeria e Clostridium em frangos de corte. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 5, p. 411–418, 2012.

BOROSKY, J. **Ácidos orgânicos produção animal**. Disponível em: <<https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/acidos-organicos-producao-animal-t36978.htm>>. Acesso em: 25 jan. 2022.

BRASIL. Diretrizes da Prática de Eutanásio Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. **Blackwell Publishing profissional. Iowa, USA.**, 26 set. 2013.

BRUMANO, G.; GATTAS, G. Implicações sobre o uso de antimicrobianos em rações de monogástricos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 6, n. 3, p. 953–959, maio 2009.

CARDEAL, K. M. et al. Withdrawal of antibiotic growth promoters from broiler diets: performance indexes and economic impact. **Poultry Science**, v. 98, n. 12, p. 6659–6667, 1 dez. 2019.

CARUSO, M.; DEMONTE, A. Histomorfometria do intestino delgado de ratos submetidos a diferentes fontes proteicas. **Alimentos e Nutrição**, v. 16, n. 2, p. 131–133, 2005.

CASTRO, J. M. Use of additives on the feeding of monogastric animals. **Cuban Journal of Agricultural Science**, v. 39, n. 39, p. 439–445, jan. 2005.

CHAPMAN, H. D. Milestones in avian coccidiosis research: A review. **Poultry Science**, v. 93, n. 3, p. 501–511, 1 mar. 2014.

CHEBI, C. E. OF B. I. **Anethole**. Disponível em: <<https://www.ebi.ac.uk/chebi/searchId.do?chebiId=CHEBI:2716>>. Acesso em: 23 jan. 2022.

COSTA, M. C. et al. Different antibiotic growth promoters induce specific changes in the cecal microbiota membership of broiler chicken. **PLOS ONE**, v. 12, n. 2, p. e0171642, nov. 2017.

CROSS, D. E. et al. The effect of herbs and their associated essential oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in chickens from 7 to 28 days of age. <http://dx.doi.org/10.1080/00071660701463221>, v. 48, n. 4, p. 496–506, ago. 2007.

DAI, D. et al. Organic Acids as Alternatives for Antibiotic Growth Promoters Alter the Intestinal Structure and Microbiota and Improve the Growth Performance in Broilers. **Frontiers in Microbiology**, v. 11, p. 3485, 14 jan. 2021.

DAL BOSCO, A. et al. Effect of dietary supplementation with olive pomaces on the performance and meat quality of growing rabbits. **Meat Science**, v. 92, n. 4, p. 783–788, 1 dez. 2012.

DALMASSO, G. et al. Butyrate transcriptionally enhances peptide transporter PepT1 expression and activity. **PLoS ONE**, v. 3, n. 6, 25 jun. 2008.

DIBNER, J. J.; RICHARDS, J. D. **Antibiotic growth promoters in agriculture: History and mode of action**. Poultry Science. **Anais...Poultry Science Association**, nov. 2005.

DING, X. et al. Effects of star anise (*Illicium verum* Hook.f) oil on the nuclear factor E2–related factor 2 signaling pathway of chickens during subclinical *Escherichia coli* challenge. **Poultry Science**, v. 99, n. 6, p. 3092–3101, 1 jun. 2020a.

DING, X. et al. Effects of star anise (*Illicium verum* Hook. f) and its extractions on carcass traits, relative organ weight, intestinal development, and meat quality of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 99, n. 11, p. 5673–5680, 1 nov. 2020b.

DING, X.; YANG, C.; YANG, Z. Effects of star anise (*Illicium verum* Hook.f.), essential oil, and leavings on growth performance, serum, and liver antioxidant status of broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 26, n. 4, p. 459–466, 1 dez. 2017.

EKAMBARAM, S. P. et al. Antibacterial synergy between rosmarinic acid and antibiotics against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. **Journal of intercultural ethnopharmacology**, v. 5, n. 4, p. 358–363, 2016.

EL-GHOUSEIN, S. S.; AL-BEITAWI, N. A. The Effect of Feeding of Crushed Thyme (*Thymus vulgaris* L) on Growth, Blood Constituents, Gastrointestinal Tract and Carcass Characteristics of Broiler Chickens. **The Journal of Poultry Science**, v. 46, n. 2, p. 100–104, 25 mar. 2009.

FASCINA, V. B. et al. Effects of Phytogetic Additives and Organic Acids, alone or in combination, on the Performance, Intestinal Quality and Immune Responses of Broiler Chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 19, n. 3, p. 497–508, 1 jul. 2017.

FASINA, Y. O. et al. Effect of *Clostridium perfringens* infection and antibiotic administration on microbiota in the small intestine of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 95, n. 2, p. 247–260, nov. 2016.

FDA. **New Animal Drugs and New Animal Drug Combination Products Administered in or on Medicated Feed or Drinking Water of Food-Producing Animals: Recommendations for Drug Sponsors for Voluntarily Aligning Product Use Conditions with GFICenter for Veterinary Medicine**, nov. 2013. Disponível em: <<https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/cvm-gfi-213-new-animal-drugs-and-new-animal-drug-combination-products-administered-or-medicated-feed>>

FELLENBERG, M. A. et al. Antioxidant and bacteriostatic effects of the addition of extract of quillay polyphenols (*Quillaja saponaria*) in the marinade of broiler chicken. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 13, n. 1, p. 71–79, jan. 2011.

FERLEMI, A. V. et al. Rosemary tea consumption results to anxiolytic- and antidepressant-like behavior of adult male mice and inhibits all cerebral area and liver cholinesterase activity; phytochemical investigation and in silico studies. **Chemico-Biological Interactions**, v. 237, p. 47–57, 25 jul. 2015.

FRANCIS, G. et al. The biological action of saponins in animal systems: a review. **British Journal of Nutrition**, v. 88, n. 6, p. 587–605, dez. 2002.

GADDE, U. et al. **Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: A review** *Animal Health Research Reviews* Cambridge University Press, , nov. 2017. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core>>

GAO, C. et al. Dietary supplementation with acidifiers improves the growth performance, meat quality and intestinal health of broiler chickens. **Animal Nutrition**, v. 7, n. 3, p. 762–769, 1 set. 2021.

GARCIA, R. et al. Ação Isolada ou Combinada de Ácidos Orgânicos e Promotor de Crescimento em Rações de Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 2, n. 2, p. 149–154, ago. 2000.

GARCIA, R. G. et al. Incidence and Physical Properties of PSE Chicken Meat in a Commercial Processing Plant. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 12, n. 4, p. 233–237, dez. 2011.

GAUTHIER, R. Intestinal health, the key to productivity: The case of organic acids. **Convencion ANECA-WPDC**, p. 1–14, abr. 2002.

GOPI, M. et al. Essential Oils as a Feed Additive in Poultry Nutrition. **Advances in Animal and Veterinary Sciences**, v. 2, n. 1, p. 1–7, nov. 2013.

GUO, F. C. et al. Effect of a Chinese herb medicine formulation, as an alternative for antibiotics, on performance of broilers. **British Poultry Science**, v. 45, n. 6, p. 793–797, nov. 2004.

HAMM, R. Biochemistry Of Meat Hydration. **Advances in Food Research**, v. 10, n. C, p. 355–463, 1 jan. 1961.

HAQ, Z. et al. Advances in role of organic acids in poultry nutrition: A review. **Journal of Applied and Natural Science**, v. 9, n. 4, p. 2152–2157, 2017a.

HAQ, Z. et al. Advances in role of organic acids in poultry nutrition: A review. **Journal of Applied and Natural Science**, v. 9, n. 4, p. 2152–2157, nov. 2017b.

HASHEMIPOUR, H. et al. Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 92, n. 8, p. 2059–2069, 1 ago. 2013.

HASSAN, S. M. et al. Hemolytic and antimicrobial activities differ among saponin-rich extracts from guar, quillaja, yucca, and soybean. **Applied biochemistry and biotechnology**, v. 162, n. 4, p. 1008–1017, out. 2010.

HERNÁNDEZ-CORONADO, A. C. et al. Mexican oregano essential oils given in drinking water on performance, carcass traits, and meat quality of broilers. **Poultry Science**, v. 98, n. 7, p. 3050–3058, 1 jul. 2019.

HODIN, R. **Maintaining gut homeostasis: The butyrate-NF-κB connection** *Gastroenterology* W.B. Saunders, , 2000.

HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v. 49, n. 4, p. 447–457, 1 ago. 1998.

HOSSEINZADEH, S. et al. The Application of Medicinal Plants in Traditional and Modern Medicine: A Review of *Thymus vulgaris*. **International Journal of Clinical Medicine**, v. 06, n. 09, p. 635–642, 2015.

JANG, I. S. et al. Influence of Essential Oil Components on Growth Performance and the Functional Activity of the Pancreas and Small Intestine in Broiler Chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 17, n. 3, p. 394–400, 1 jan. 2004.

JIANG, Z.; APPLGATE, T. J.; LOSSIE, A. C. Cloning, Annotation and Developmental Expression of the Chicken Intestinal MUC2 Gene. **PLOS ONE**, v. 8, n. 1, p. e53781, 21 jan. 2013.

KHAKSAR, V. et al. Effects of Thyme Essential Oil on Performance, Some Blood Parameters and Ileal Microflora of Japanese Quail. **J. Poult. Sci**, v. 49, p. 106–110, 2012.

KIM, J. W.; KIM, J. H.; KIL, D. Y. Dietary organic acids for broiler chickens: A review. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 28, n. 2, p. 109–123, 2015.

KWON, H. IL et al. Inhibitory effects of thymol on the cytotoxicity and inflammatory responses induced by *Staphylococcus aureus* extracellular vesicles in cultured keratinocytes. **Microbial Pathogenesis**, v. 134, p. 103603, 1 set. 2019.

LAJPAT RAI, L.; SHEORAN, N.; TEWATIA, B. Organic acids as alternatives to antibiotic growth promoters in poultry. **Journal**, v. 6, n. 11, p. 164–169, 2017.

LEMBO, S. et al. The modulatory effect of ellagic acid and rosmarinic acid on ultraviolet-B-induced cytokine/chemokine gene expression in skin keratinocyte (HaCaT) cells. **BioMed research international**, v. 2014, 2014.

LI, Y. et al. *Illicium verum* essential oil, a potential natural fumigant in preservation of lotus seeds from fungal contamination. **Food and Chemical Toxicology**, v. 141, p. 111347, 1 jul. 2020.

LIU, H. N. et al. Effects of dietary supplementation of quercetin on performance, egg quality, cecal microflora populations, and antioxidant status in laying hens. **Poultry Science**, v. 93, n. 2, p. 347–353, nov. 2014.

LIU, Y. et al. Effects of a protected inclusion of organic acids and essential oils as antibiotic growth promoter alternative on growth performance, intestinal morphology and gut microflora in broilers. 2017.

LOUSSOUARN, M. et al. Carnosic Acid and Carnosol, Two Major Antioxidants of Rosemary, Act through Different Mechanisms. **Plant Physiology**, v. 175, n. 3, p. 1381–1394, 31 out. 2017.

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, n. 1, p. 53–60, 1 mar. 1998.

MA, J. et al. Effect of Dietary Supplementation With Mixed Organic Acids on Immune Function, Antioxidative Characteristics, Digestive Enzymes Activity, and Intestinal Health in Broiler Chickens. **Frontiers in Nutrition**, v. 8, p. 273, 5 ago. 2021.

MAPA, M. D. A. P. E. A. **Legislações**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/resistencia-aos-antimicrobianos/legislacao/proibicoes-de-aditivos-na-alimentacao-animal>>. Acesso em: 19 jan. 2022.

MARCHESE, A. et al. Antibacterial and antifungal activities of thymol: A brief review of the literature. **Food Chemistry**, v. 210, p. 402–414, 1 nov. 2016.

MARON, D. F.; SMITH, T. J. S.; NACHMAN, K. E. Restrictions on antimicrobial use in food animal production: An international regulatory and economic survey. **Globalization and Health**, v. 9, n. 1, nov. 2013.

MARQUES, L. C. Preparação de extratos vegetais. **Jornal Brasileiro de Fitomedicina**, v. 3, n. 2, p. 74–76, maio 2005.

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, 2014.

MOGOŞANU, G. D. et al. Natural products used for food preservation. **Food Preservation**, p. 365–411, 1 jan. 2017.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**, v. 1054, n. 1–2, p. 95–111, 29 out. 2004.

NAVA, G. M. et al. The Evaluation of Organic Acids and Probiotic Cultures to Reduce Salmonella enteritidis Horizontal Transmission and Crop Infection in Broiler Chickens Molecular mechanism of resveratrol View project The Evaluation of Organic Acids and Probiotic Cultures to Reduce Salmonella

enteriditis Horizontal Transmission and Crop Infection in Broiler Chickens. **Article in International Journal of Poultry Science**, v. 6, n. 3, p. 182–186, 2007.

NEVES, J. A.; NEVES, J. A.; OLIVEIRA, R. DE C. M. Pharmacological and biotechnological advances with *Rosmarinus officinalis* L. <https://doi.org/10.1080/13543776.2018.1459570>, v. 28, n. 5, p. 399–413, 4 maio 2018.

OIE, W. O. FOR A. H. **Annual report on antimicrobial agents intended for use in animals**. Paris: [s.n.]. Disponível em: <<https://www.oie.int/app/uploads/2021/05/a-fifth-annual-report-amr.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2022.

OUATTARA, L.; MOHAMED, M.; ALAGWANY, I. The Effect of an Essential Oil Mix Derived from Oregano, Clove and Anise on Broiler Performance Cite this paper Influences of Diet ary Supplement at ion of Ant imicrobial Cold Pressed Oils Mixt ure on Growt h Perform.... [s.d.].

PANDA, S. K. et al. **Microbial-processing of fruit and vegetable wastes for production of vital enzymes and organic acids: Biotechnology and scopes**Environmental ResearchAcademic Press Inc., , nov. 2016.

PAPATSIROS, V.; KARATZIA, M. Alternatives to antibiotics for farm animals. **CAB Reviews**, v. 8, p. 1–15, abr. 2013.

PARK, J. H. et al. Growth performance, blood cell profiles, and meat quality properties of broilers fed with *Saposhnikovia divaricata*, *Lonicera japonica*, and *Chelidonium majus* extracts. **Livestock Science**, v. 165, n. 1, p. 87–94, 2014.

PAUL, S. K. et al. Effect of Organic Acid Salt on the Performance and Gut Health of Broiler Chicken. **The Journal of Poultry Science**, v. 44, n. 4, p. 389–395, 2007.

PETRICEVIC, V. et al. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences The effect of using rosemary (*Rosmarinus officinalis*) in broiler nutrition on production parameters, slaughter characteristics, and gut microbiological population. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 42, p. 658–665, 2018.

PHAM, V. H. et al. Dietary encapsulated essential oils and organic acids mixture improves gut health in broiler chickens challenged with necrotic enteritis. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 11, n. 1, p. 1–18, 21 fev. 2020.

PIKUL, J.; LESZCZYNSKI, D. E.; KUMMEROW, F. A. Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 37, n. 5, p. 1309–1313, 1 set. 1989.

PUBCHEM, N. C. B. I. **Anethole C₁₀H₁₂O**. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/637563>>. Acesso em: 23 jan. 2022a.

PUBCHEM, N. C. B. I. **Thymol**. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/6989>>. Acesso em: 23 jan. 2022b.

PUBCHEM, N. C. B. I. **Carnosic acid and rosmarinic**. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5281792>>. Acesso em: 24 jan. 2022c.

RICKE, S. C. **Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials**. Poultry Science. **Anais...** Poultry Science Association, nov. 2003.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2011. v. 1

SAMANTA, S.; HALDAR, S.; GHOSH, T. K. Production and carcass traits in broiler chickens given diets supplemented with inorganic trivalent chromium and an organic acid blend. **British Poultry Science**, v. 49, n. 2, p. 155–163, mar. 2008.

SAMANTA, S.; HALDAR, S.; GHOSH, T. K. Comparative efficacy of an organic acid blend and bacitracin methylene disalicylate as growth promoters in broiler chickens: Effects on performance, gut histology, and small intestinal milieu. **Veterinary Medicine International**, v. 2010, 2010.

SEWLIKAR, S.; D'SOUZA, D. H. Antimicrobial Effects of Quillaja saponaria Extract Against Escherichia coli O157:H7 and the Emerging Non-O157 Shiga Toxin-Producing E. coli. **Journal of food science**, v. 82, n. 5, p. 1171–1177, 1 maio 2017.

SHOUFEN, L.; SHAOHUA, L. Chemical constituents of essential oil from Cnxi's Illicium verum seeds. **Guangxi Zhiwu**, v. 20, n. 1, p. 69–70, 1 jan. 2000.

SPARG, S. G.; LIGHT, M. E.; VAN STADEN, J. Biological activities and distribution of plant saponins. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 94, n. 2–3, p. 219–243, 1 out. 2004.

STEFANELLO, C. et al. Protected Blend of Organic Acids and Essential Oils Improves Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Intestinal Health of Broiler Chickens Undergoing an Intestinal Challenge. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 6, p. 491, 10 jan. 2020.

SU, G. et al. Effects of essential oil on growth performance, digestibility, immunity, and intestinal health in broilers. **Poultry Science**, v. 100, n. 8, p. 101242, 1 ago. 2021.

SUN, H. X.; XIE, Y.; YE, Y. P. Advances in saponin-based adjuvants. **Vaccine**, v. 27, n. 12, p. 1787–1796, 13 mar. 2009.

TABANCA, N. et al. Gas chromatographic-mass spectrometric analysis of essential oils from Pimpinella species gathered from Central and Northern Turkey. **Journal of chromatography. A**, v. 1117, n. 2, p. 194–205, 9 jun. 2006.

TANG, S. et al. Rosemary reduces heat stress by inducing CRYAB and HSP70 expression in broiler chickens. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2018, 2018.

TEISSEEDREE, P. L.; WATERHOUSE, A. L. Inhibition of Oxidation of Human Low-Density Lipoproteins by Phenolic Substances in Different Essential Oils Varieties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 9, p. 3801–3805, 2000.

TIMENETSKY, J. **Microbiologia USP**. Disponível em: <<https://microbiologia.icb.usp.br/cultura-e-extensao/textos-de-divulgacao/bacteriologia/bacteriologia-medica/antimicrobianos-antibioticos-e-quimioterapicos/>>. Acesso em: 27 dez. 2021.

TOLDRA, F.; REIG, M. Growth Promoters: Characteristics and Determination. **Encyclopedia of Food and Health**, v. 1, p. 266–269, 1 jan. 2016.

UNION, E. **Regulation (ec) no 1831/2003 of the european parliament and of the council of 22 september 2003 on additives for use in animal nutrition**, nov. 2003. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003R1831&from=EN>>

WADE, M. R. et al. Effect of thyme essential oil on performance of broiler chicken. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 6, n. 3, p. 25–28, 2018.

WANG, L. H. et al. Combination of microbiological, spectroscopic and molecular docking techniques to study the antibacterial mechanism of thymol against *Staphylococcus aureus*: membrane damage and genomic DNA binding. **Analytical and Bioanalytical Chemistry** 2016 409:6, v. 409, n. 6, p. 1615–1625, 29 nov. 2016.

WINDISCH, W. et al. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry1. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. suppl_14, p. E140–E148, nov. 2008.

WOLFENDEN, A. D. et al. Effect of Organic Acids and Probiotics on Salmonella enteritidis Infection in Broiler Chickens. **International Journal of Poultry Science**, v. 6, n. 6, p. 403–405, 2007a.

WOLFENDEN, A. D. et al. Effect of an organic acid product during feed withdrawal on broiler mortality, shrinkage and carcass condemnation following transport to processing. **International Journal of Poultry Science**, v. 6, n. 7, p. 497–500, 2007b.

YADAV, S.; JHA, R. **Strategies to modulate the intestinal microbiota and their effects on nutrient utilization, performance, and health of poultry** **Journal of Animal Science and Biotechnology** BioMed Central Ltd., , nov. 2019. Disponível em: <<https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40104-018-0310-9>>

YANG, X. et al. Effects of encapsulated organic acids and essential oils on intestinal barrier, microbial count, and bacterial metabolites in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 98, n. 7, p. 2858–2865, 1 jul. 2019.

ZHANG, H. Y. et al. The effects of Forsythia suspensa extract and berberine on growth performance, immunity, antioxidant activities, and intestinal microbiota in broilers under high stocking density. **Poultry Science**, v. 92, n. 8, p. 1981–1988, nov. 2013.

ANEXO A – COMPROVANTE DO CEUA



**Comissão de Ética no
Uso de Animais**

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Eficácia do uso de produtos comerciais alternativos a antibióticos e suas combinações sobre o desempenho e qualidade da carne de frangos de corte.", protocolada sob o CEUA nº 9719170920 (ID 001221), sob a responsabilidade de **Marcel Manente Boiago** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade do Estado de Santa Catarina (CEUA/UDESC) na reunião de 25/09/2020.

We certify that the proposal "Availability of commercial alternative products to antibiotics and their combinations on the performance and broiler meat quality.", utilizing 525 Birds (525 males), protocol number CEUA 9719170920 (ID 001221), under the responsibility of **Marcel Manente Boiago** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the University of Santa Catarina State (CEUA/UDESC) in the meeting of 09/25/2020.

Finalidade da Proposta: [Pesquisa \(Comercial\)](#)

Vigência da Proposta: de 09/2020 a 11/2020 Área: Zootecnia

Origem:	Animais provenientes de estabelecimentos comerciais		
Espécie:	Aves	sexo:	Machos
		idade:	1 a 42 dias
		N:	525
Linhagem:	Cobb ou Ross	Peso:	40 a 4000 g

Local do experimento: Aviário experimental para frangos de corte da FECEO (Fazenda Experimental da UDESC Oeste).

Lages, 01 de dezembro de 2021

José Cristani
Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade do Estado de Santa Catarina

Pedro Volkmer de Castilhos
Vice-Coodenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade do Estado de Santa Catarina