

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS REALEZA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM SAÚDE, BEM-ESTAR E PRODUÇÃO
ANIMAL SUSTENTÁVEL NA FRONTEIRA SUL

ADRIELI MACANHÃO BIAVATTI

EFEITOS DA INCLUSÃO DE ÁCIDOS ORGÂNICOS LIVRES E
MICROENCAPSULADOS E *BLEND* DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA DIETA DE
GALINHAS POEDEIRAS

REALEZA

2024

ADRIELI MACANHÃO BIAVATTI

**EFEITOS DA INCLUSÃO DE ÁCIDOS ORGÂNICOS LIVRES E
MICROENCAPSULADOS E *BLEND* DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA DIETA DE
GALINHAS POEDEIRAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Saúde, Bem Estar e Produção Animal Sustentável na Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Mestre em Saúde, Bem Estar e Produção Animal Sustentável na Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Bernardo Berenchtein

REALEZA

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Biavatti, Adrieli Macanhão
EFEITOS DA INCLUSÃO DE ÁCIDOS ORGÂNICOS LIVRES E
MICROENCAPSULADOS E BLEND DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA DIETA
DE GALINHAS POEDEIRAS / Adrieli Macanhão Biavatti. --
2024.

50 f.

Orientador: Doutor Bernardo Berenchtein

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Saúde,
Bem-Estar e Produção Animal Sustentável Na Fronteira
Sul, Realeza, PR, 2024.

1. Postura Comercial. 2. Ácidos orgânicos. 3. Óleos
Essenciais. 4. Nutrição Animal. 5. Aditivos Zootécnicos.
I. Berenchtein, Bernardo, orient. II. Universidade
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

ADRIELI MACANHÃO BIAVATTI

**EFEITOS DA INCLUSÃO DE ÁCIDOS ORGÂNICOS LIVRES E
MICROENCAPSULADOS E BLEND DE EXTRATOS VEGETAIS E
ÓLEOS ESSENCIAIS NA DIETA DE GALINHAS POEDEIRAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Saúde, Bem Estar e Produção Animal Sustentável na Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Mestre em Saúde, Bem Estar e Produção Animal Sustentável na Fronteira Sul.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 08/10/2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **BERNARDO BERENCHTEIN**
Data: 06/11/2024 16:20:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Bernardo Berenchtein– UFFS
Orientador

Documento assinado digitalmente
 **ANTONIO CARLOS PEDROSO**
Data: 06/11/2024 16:41:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Antonio Carlos Pedroso
Avaliador

Documento assinado digitalmente
 **NERANDI LUIZ CAMERINI**
Data: 07/11/2024 08:19:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Nerandi Camerini
Avaliador

Dedico este trabalho à minha família, que com amor e sabedoria, sempre me ensinaram os valores de integridade e me incentivaram a ser uma pessoa melhor.

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste trabalho é fruto de uma caminhada repleta de desafios e aprendizados, em que, primeiramente agradeço a Deus por me dar forças, paciência e perseverança, pois sem Ele, nada seria possível.

A minha mãe, Sandra Macanhão Biavatti, por não me deixar desistir e ao meu pai, Marcos Biavatti pela confiança. A minha vó Maria , pelo carinho de sempre e ao meu eterno anjo da guarda, meu nonno Anacleto Biavatti. A vocês, todo meu amor e admiração.

Ao meu orientador, Bernardo Berentchein pela paciência, pelo conhecimento compartilhado e por acreditar no meu potencial.

A Universidade Federal da Fronteira Sul, pelo suporte e por proporcionar os recursos necessários para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas que fiz durante a trajetória, pelas discussões produtivas, apoio e pelos momentos de descontração que tornaram esta jornada mais leve e agradável.

Por fim, agradeço a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a conclusão desta dissertação. A cada um de vocês, meu muito obrigada!

"O mais importante da vida não é a situação em que estamos, mas a direção para a qual nos movemos."

Oliver Wendell Holmes Jr.

RESUMO

A indústria de alimentos tem enfrentado uma crescente pressão para substituir o uso de antibióticos e promotores de crescimento na criação de animais, principalmente devido à resistência antimicrobiana e os impactos causados na saúde humana. Na avicultura, essa alteração também está ligada à necessidade de diminuir os custos de produção e à elevação dos índices zootécnicos. Nesse contexto, o uso de enzimas exógenas como ácidos orgânicos e óleos essenciais em rações para aves de postura comercial tem se mostrado relevante e tem como objetivo aprimorar a digestão dos nutrientes, promovendo redução no tempo de *turnover* celular, diminuindo o desgaste celular e otimizando o aproveitamento dos nutrientes. Objetivou-se através deste, investigar o uso de ácidos orgânicos livres, microencapsulados e óleos essenciais em poedeiras comerciais da linhagem Novogen Brown Light®, sendo avaliada a utilização de orgânicos livres à base de formiato de sódio (5%), ácido fumárico (8%), ácido cítrico (1,5%); ácido sórbico na forma microencapsulada, extrato de pimenta e óleo essencial de orégano na forma livre. Diante disso, foram avaliados os índices zootécnicos em relação a produção de ovos, peso médio de ovos, peso de gema e clara, altura e largura da gema, cor da gema, peso e espessura da casca, além de histopatologia do intestino a partir de necrópsias, assim como, digestibilidade a partir de fezes frescas. O experimento foi conduzido na cidade de Erechim/ RS, no aviário experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul e para o desenvolvimento do trabalho foram utilizadas 72 aves, sendo avaliadas em quatro grupos experimentais: Grupo controle (sem adição de aditivos), Tratamento 01 (inclusão de 0,5 kg/ton do aditivo); Tratamento 02 (inclusão de 1 kg/ton do aditivo); Tratamento 03 (inclusão de 1,5 kg/ton do aditivo), sendo realizadas seis repetições de cada tratamento, com três galinhas poedeiras cada. Durante o período de experimentação (28 dias), houve melhora nos resultados dos índices peso de ovos, sujidade de ovos, casca, consumo de ração e ovos por ave/dia com inclusão de 0,5 kg/ton do aditivo. A melhoria da qualidade de casca dos ovos pode estar associada a melhoria da qualidade intestinal. Assim, os resultados deste trabalho, sugerem que o uso de ácidos orgânicos livres e microencapsulados, associados ao extrato de pimenta e óleo essencial de orégano na forma livre podem ser utilizados como substituto do promotor de crescimento e do uso de antibióticos para aves de postura comercial.

Palavras-chave: Postura comercial, aditivos, ácidos orgânicos, nutrição, óleos essenciais.

ABSTRACT

The food industry has faced increasing pressure to replace the use of antibiotics and growth promoters in animal husbandry, mainly due to antimicrobial resistance and the impacts caused on human health. In poultry farming, this change is also linked to the need to reduce production costs and increase zootechnical indices. In this context, the use of exogenous enzymes such as organic acids and essential oils in feed for commercial laying birds has proven to be relevant and aims to improve the digestion of nutrients, promoting a reduction in cell turnover time, reducing cell wear and optimizing the utilization of nutrients. The aim of this study was to investigate the use of free, microencapsulated organic acids and essential oils in commercial layers of the Novogen Brown Light® lineage, evaluating the use of free organic acids based on sodium formate (5%), fumaric acid (8%), citric acid (1.5%); sorbic acid in microencapsulated form, pepper extract and oregano essential oil in free form. Therefore, zootechnical indices were evaluated in relation to egg production, average egg weight, yolk and white weight, yolk height and width, yolk color, shell weight and thickness, in addition to intestinal histopathology from necropsies, as well as, digestibility from fresh feces. The experiment was conducted in the city of Erechim/RS, in the experimental aviary of the Federal University of Fronteira Sul and 72 birds were used to develop the work, being evaluated in four experimental groups: Control group (without addition of additives), Treatment 01 (inclusion of 0.5 kg/ton of additive); Treatment 02 (inclusion of 1 kg/ton of additive); Treatment 03 (inclusion of 1.5 kg/ton of additive), six repetitions of each treatment being carried out, with three laying hens each. During the experiment period (28 days), there was an improvement in the results of egg weight, egg dirt, shell, feed and egg consumption per bird/day with the inclusion of 0.5 kg/ton of the additive. Improving egg shell quality may be associated with improving intestinal quality. Thus, the results of this work suggest that the use of free and microencapsulated organic acids, associated with pepper extract and oregano essential oil in free form, can be used as a substitute for growth promoters and the use of antibiotics for commercial laying birds.

Keywords: Commercial posture, additives, organic acids, nutrition, essential oils.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dieta das aves poedeiras.....	35
Tabela 2 - Índices relacionados à qualidade de ovos.....	38
Tabela 3 - Altura de Microvilosidades e Profundidade de Cripta de galinhas poedeiras alimentadas com dietas contendo ácidos na forma livre (formiato de sódio, ácido fumárico, ácido cítrico) e ácido sórbico na forma microencapsulada, além de óleo essencial de orégano e extrato de pimenta.....	39
Tabela 4 - Índices zootécnicos de Consumo de ração, Quantidade de ovo/ave/dia produzidos e dúzia de ovos por grupo avaliado.....	41
Tabela 5 - Biometria do intestino delgado (metros).....	42
Tabela 6 – Digestibilidade.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CDMS	Coeficiente de digestibilidade de Matéria Seca
CDA	Coeficiente de digestibilidade Aparente
CDN	Coeficiente de digestibilidade de Nitrogênio
CDEE	Coeficiente de digestibilidade do Extrato Etéreo
CDEB	Coeficiente de digestibilidade da Energia Bruta
CEUA	Comitê de Ética para o Uso de Animais
EMA (Kcal/kg MS)	Energia metabolizável aparente
EMAn (Kcal/kg MS)	Energia metabolizável aparente Corrigida
L	Linear
MS	Matéria Seca
NS	Não significativo
Q	Quadrático
TRAT	Tratamento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	ÁCIDOS ORGÂNICOS	14
2.2	MODO DE AÇÃO DOS ÁCIDOS ORGÂNICOS.....	16
2.3	ÁCIDOS ORGÂNICOS MICROENCAPSULADOS.....	18
2.4	ÓLEOS ESSENCIAIS.....	19
2.5	MÉTODOS DE EXTRAÇÃO.....	22
3	REFERÊNCIAS	23
4	CAPÍTULO II: INCLUSÃO DE FORMIATO DE SÓDIO, ÁCIDO FUMÁRICO, ÁCIDO CÍTRICO NA FORMA LIVRE, ÁCIDO SÓRBICO MICROENCAPSULADO, EXTRATO DE PIMENTA E ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO NA DIETA DE POEDEIRAS COMERCIAIS	30
	RESUMO	30
4.1	INTRODUÇÃO	32
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	33
4.2.1	<i>COMISSÃO DE ÉTICA</i>	33
4.2.2	<i>LOCAL DE ESTUDO, AMOSTRAGEM E SELEÇÃO DOS ANIMAIS</i>	34
4.2.3	<i>DELINEAMENTO EXPERIMENTAL</i>	34
4.2.4	<i>CARACTERÍSTICAS AVALIADAS</i>	35
4.2.5	<i>ANÁLISE ESTATÍSTICA</i>	36
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.4	CONCLUSÃO	44
4.5	REFERÊNCIAS	44
4.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49

1 INTRODUÇÃO

O destaque do desenvolvimento da cadeia produtiva de aves se deve ao acentuado processo de reorganização industrial, bem como, melhorias na nutrição, manejo, crescente melhoramento genético e principalmente na sanidade avícola (JÚNIOR et al., 2007). Este setor representa uma atividade importante no fornecimento de proteínas de alta qualidade, envolvendo a produção de carnes, bem como a produção de ovos. Diante desse cenário, a produção de ovos tem ganhado destaque, conforme constatado no primeiro trimestre de 2024, onde haviam 192.605.000 galinhas poedeiras com uma produção de 1.098.653 dúzias de ovos (BRASIL, 2023).

Hodiernamente, um dos principais desafios da avicultura mundial é reduzir o custo de produção e melhorar o rendimento industrial, a partir disso, a criação e produção de aves poedeiras evidencia-se como um importante condicionante no cenário econômico, principalmente pela produção de ovos, tendo como destino, o consumidor final. A fim de se considerar um ovo de qualidade, corriqueiramente o consumidor final avalia características relacionadas à qualidade como peso do ovo, resistência a casca, cor de gema, defeitos, sujeiras, quebras, manchas de sangue e tempo de prateleira. Todavia, de acordo com Rodrigues (1975), tal medida deve ser avaliada através da unidade “Haugh”, em que, quanto maior a correlação do peso do ovo com a altura da clara espessa, melhor a qualidade do ovo.

Ligado a isso, em relação à qualidade dos ovos, destaca-se a casca, componente muito importante para a proteção do conteúdo interno, bem como, para suportar impactos mecânicos e a invasão microbiana, além de ter o papel de controlar as trocas gasosas através dos poros. A casca se configura como a embalagem natural do ovo, portanto sua integridade é imprescindível para a durabilidade do produto, além de ser extremamente importante para a aceitação do consumidor e sua segurança alimentar (EMBRAPA, 2004).

De acordo com Lemos et al. (2016), não há dúvidas em relação ao custo benefício do uso de antibióticos em dietas de animais de produção, porém, com a proibição do uso do mesmo, como melhorador de desempenho pela União Européia, vem surgindo grande interesse no desenvolvimento de pesquisas avaliando o uso de substâncias que possam substituir os antibióticos, bem como, que tenham ações que propiciem melhoras no desempenho das aves e a qualidade do produto final.

Tais alternativas para a retirada dos antibióticos da dieta tem como objetivo não reduzir a produtividade e nem aumentar o custo de produção, possibilitando a formulação de dietas mais eficientes e econômicas, visto que a alimentação constitui o item de maior custo na produção animal (STRADA, et al., 2005).

A integridade das células epiteliais da mucosa gastrintestinal é de grande relevância para o bom desempenho das aves (MAIORKA; BOLELI; MACARI, 2008), pois distúrbios na microbiota ou nas células epiteliais intestinais, causados por algum tipo de estresse podem alterar a permeabilidade desta barreira natural, e facilitar a invasão de patógenos e outras substâncias nocivas, causando inflamações crônicas na mucosa intestinal e causar a redução da capacidade de digestão e absorção de nutrientes (DIGNASS; PODOLSKY, 1993), comprometendo a produção e bem estar animal das aves. Uma das alternativas é o uso de aditivos na alimentação animal, dentre os controladores da carga microbiana no trato digestório e promotores de melhoria da morfologia intestinal, encontram-se os ácidos orgânicos, a base de ácido propiônico e ácido fórmico, demonstrando bons resultados na produção de aves (EDENS, 2003).

Diante do exposto, objetivou-se, com este estudo, avaliar o desempenho, a qualidade dos ovos, biometria de órgãos digestivos, a altura das microvilosidades e a profundidade de criptas de galinhas de postura comercial através de uma associação de ácidos orgânicos e óleos essenciais na forma de *blend*.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ÁCIDOS ORGÂNICOS

Na produção animal, a presença de diversos patógenos é constante, inclusive os prejudiciais para a vida animal e humana, como a *Salmonella spp.* e diversos outros e medidas podem ser trabalhadas na cadeia produtiva com a finalidade de reduzir a contaminação destes microorganismos. De modo geral, as ações integradas entre todas as etapas da cadeia, são as que surtem efeito mais duradouro e efetivo, para isso, a utilização de aditivos como os ácidos orgânicos via ração tem se mostrado uma prática promissora para a manutenção de bons resultados zootécnicos.

Sabe-se que a produção de carne e ovos possui foco na lucratividade, desde o pequeno ao grande produtor em produções próprias e em integrações com as empresas fomentadoras da atividade. Por conta da rapidez nos processos e na resolução de problemas sanitários, a avicultura optava pelo uso de antimicrobianos como promotores de crescimento, uma vez que, em dosagens mínimas, garantiam um bom desempenho dos animais. Porém, essa prática vem sendo restringida por grande parte do mercado consumidor devido a preocupação com a resistência dos microrganismos patogênicos e presença de resíduos no produto final (BRASIL, 2022). Assim como, preocupações em que tais produtos possam causar a disseminação de genes de resistência a antibióticos de animais para humanos, especialmente através de patógenos bacterianos humanos (RUSSELL; HOULIHAN, 2003).

De acordo com Anderson e colaboradores (1999), um dos modos de ação dos agentes antimicrobianos está relacionado à redução na quantidade de microrganismos produtores de toxinas aderidos ao epitélio intestinal e, conseqüentemente, à redução da espessura da parede intestinal e tal consequência, causará menor peso relativo do intestino delgado e grosso, de acordo com Costa e colaboradores (2007). Almeida (2017) salienta que o uso de antimicrobianos em dietas para animais de produção foi limitado até janeiro de 2000 e totalmente retirado em janeiro de 2006 na Europa.

Segundo Guardabassi & Prescott (2015) o uso de antibióticos por longo período para fins terapêuticos na medicina humana e veterinária resultou em uma

seleção de linhagens bacterianas resistentes, desafiando a saúde única. Como consequência positiva, alguns países proibiram o uso geral de antibióticos como melhoradores de desempenho, com isso, aumentaram-se os estudos de alternativas para utilização de antimicrobianos e conseqüentemente, os ácidos orgânicos ganharam espaço (DUTRA, 2017).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, as conseqüências para a saúde e os custos econômicos da resistência aos antimicrobianos são estimados, respectivamente, em 10 milhões de mortes humanas por ano e uma queda de 2 a 3,5% no Produto Interno Bruto (PIB) global, totalizando 100 trilhões de dólares até 2050 (FAO, 2016). Com objetivo de inibir o crescimento bacteriano e ou fúngico indesejáveis nas dietas, os ácidos orgânicos foram desenvolvidos com objetivo de preservar os alimentos armazenados, contendo como mecanismo de ação sua capacidade de reduzir o pH dos alimentos (MONTEIRO, 2004). Assim como, auxiliar na melhora da saúde intestinal das aves, sendo fornecidos via alimentação (água ou ração) na forma líquida ou em pó (AVINEWS, 2022).

Na Portaria nº 171, de 13 de dezembro de 2018, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento destaca-se que o uso de antimicrobianos era permitido no Brasil com intuito de aditivo zootécnico para melhorar o desempenho de animais de produção, mas a partir desta portaria, estabeleceu-se a proibição dos seguintes antimicrobianos: tilosina, lincomicina, virginiamicina, bacitracina e tiamulina, com o objetivo de uso para melhora no desempenho de animais de produção (BRASIL, 2018).

Buscando novas soluções, surgiram as pesquisas e a utilização de compostos de plantas adicionados via alimentação animal, chamado de aditivo fitogênico, cuja definição consiste em produtos contendo óleos essenciais ou extratos vegetais incluídos via ração, com objetivo de melhorar o desempenho animal sem ter ação medicamentosa. Os aditivos fitogênicos são classificados como ervas, quando são utilizadas a planta toda ou em partes e quando é utilizado seus extratos, é conhecida como óleos essenciais (LEITE et al. 2012).

De acordo com a Instrução Normativa, número 44 de 15 de dezembro de 2015, a definição de aditivo para produtos destinados à alimentação animal é:

“substância, micro-organismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada

normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios ou atenda às necessidades nutricionais” (BRASIL, 2015).

Além de proporcionar melhor absorção dos nutrientes, os ácidos orgânicos auxiliam no equilíbrio da microbiota intestinal, possibilitando melhor saúde aos animais. Existe uma hipótese em que os ácidos passam a exercer o seu efeito antibacteriano após a ingestão do alimento, quando este se torna hidratado (HINTON & LINTON, 1988). Os ácidos mais utilizados na cadeia produtiva avícola são os ácidos de cadeia curta que agem diretamente sobre bactérias patogênicas reduzindo pH intracelular (ALLIX, 2010), sendo os mais utilizados na dieta de aves os ácidos fumáricos, benzóico, butírico, fórmico, propiônico, láctico, mélico e cítrico (HERMES, 2011). Os ácidos orgânicos são encontrados facilmente na natureza constituindo plantas e tecidos animais, usados como conservantes e na prevenção de fungos nos alimentos. Muitos deles estão disponíveis como sais de sódio, potássio ou cálcio, que, se comparados aos ácidos livres, são vantajosos por serem de fácil manipulação durante a fabricação da ração, inodoros, menos voláteis e baixa corrosividade (BRAZ, 2007).

Uma nova tática usada no mercado, seria usar uma associação entre ácidos orgânicos e óleos essenciais, tanto pela ação complementar sobre as células bacterianas, quanto pelo local de atuação, pois os ácidos orgânicos agem principalmente na dieta e na parte anterior do trato gastrointestinal e já os óleos essenciais são ativos na porção inferior do intestino delgado (LANGHOUT et al, 2005).

2.2 MODO DE AÇÃO DOS ÁCIDOS ORGÂNICOS

O uso de aditivos nas dietas, mais precisamente os ácidos orgânicos, além da função de adsorventes de micotoxinas, contribuem para o aumento do potencial antioxidante (GARCIA, et al., 2023). A associação de produtos orgânicos faz com

que haja melhor disponibilidade de proteínas e aminoácidos, contribui para a absorção de energia da dieta, reduz mortalidade embrionária em matrizes de corte, além de auxiliar na produção de ovos, quantidade de ovos e aumentar a atividade da fitase bacteriana, aumentando a imunidade das aves e reduzindo o surgimento de neoplasias (FLEMMING & FREITAS, 2005).

Em certas situações há um desequilíbrio da microbiota que culmina no aumento da população de microrganismos indesejáveis, como jejum prolongado, estresse e infecções virais, causando a redução da absorção de nutrientes, aumentando a espessura da mucosa e a velocidade de passagem da digesta (FLEMMING *et al.*, 2005). Nesses casos, a ação mais efetiva dos ácidos é a atividade antimicrobiana, que, além de proporcionar um meio favorável para bactérias lácticas, que são benéficas ao organismo do animal, promovem melhoria da digestibilidade de nutrientes e absorção, melhorando assim seu desempenho, valor nutricional e morfologia intestinal dos animais (ARAUJO, 2007).

Segundo Cunningham (1992), a digestão dos alimentos se inicia pela pepsina, ao chegarem ao duodeno, favorecem o estímulo da secreção de bicarbonato e de enzimas pancreáticas, podendo exercer um papel na regulação do esvaziamento gástrico. Os ácidos orgânicos não causam lise celular, ou perturbação na membrana celular, mas seguindo a difusão dentro da célula, a molécula do ácido se dissocia em ânion e próton pois o pH do citoplasma é alcalino. Como consequência da queda do pH do citoplasma, há inibição e síntese de várias macromoléculas como dos componentes da membrana celular, DNA, lipídios, RNA e proteína (OLIVEIRA, 1996).

Sabe-se que o inglúvio das aves apresenta pH em torno de 5,5, sendo um ambiente favorável para o crescimento de bactérias indesejáveis, tais como a *Salmonella spp.* Os ácidos orgânicos impactam positivamente na redução do pH (CHERRINGTON *et al.*, 1991), resultando em um tempo mais curto para alcançar o pH ótimo de 4, o qual é necessário para a ativação do pepsinogênio em pepsina, melhorando a digestibilidade da proteína, além do aumento na atividade de outras enzimas digestivas (VILAS BOAS, 2015).

Tais ácidos são encontrados comercialmente em duas formas, a não dissociada (RCOOH) ou dissociada (RCOO), salientando que o pKa é medido por valores e quanto mais próximo o valor de 1, significa que mais forte é o ácido, usa-se tal constante de dissociação, que nada mais é que a medida quando o ácido

encontra-se 50% dissociado e 50% não dissociado, em solução aquosa com o mesmo valor de pH (VILAS BOAS, 2014). Além destas funções já demonstradas, outra característica importante dos acidificantes, por se tratarem de ácidos de cadeia curta, é que eles podem ser utilizados como fonte energética pelas células intestinais (DENCK, et al., 2017).

Os benefícios dos ácidos orgânicos em produção de galinhas de postura, estão relacionados aos ganhos zootécnicos de maior produção de ovos e melhor conversão alimentar e podem ser atribuídos à redução do pH ocasionada pelos ácidos na ração e no trato gastrointestinal, o que contribui na melhoria da digestibilidade de nutrientes, além do efeito antimicrobiano para patógenos sensíveis a pH baixo (SUZUKI, 2023).

De acordo com as especificidades de cada ácido orgânico, se faz necessária a utilização de misturas de diferentes ácidos para gerar um maior efeito sinérgico no organismo animal, o que não ocorreria quando utilizados individualmente (ALLIX, 2010). Os ácidos orgânicos podem ser oferecidos de diferentes maneiras ao mercado consumidor, como o uso de ácidos livres, protegidos ou microencapsulados, que contribuirá para várias apresentações e ações variadas, com sítios de atuação distintos.

2.3 ÁCIDOS ORGÂNICOS MICROENCAPSULADOS

A adição de ácidos orgânicos microencapsulados na alimentação animal é positiva, pois contribui para a melhora do desempenho e não compromete o adequado desenvolvimento dos órgãos, contribuindo de maneira significativa para o aumento e melhora da produtividade. Tal ativo não possui restrição de uso, sendo uma alternativa promissora para utilização como aditivo melhorador de desempenho zootécnico na avicultura (FERREIRA, 2021).

A microencapsulação é uma técnica de empacotamento, formando pequenas partículas denominadas microcápsulas, que podem liberar seu conteúdo sob velocidade e condições específicas (TODD, 1970). Tal processo tem como objetivo, reduzir as interações do conteúdo interior das microcápsulas com o ambiente intestinal, melhorando assim, o tempo de retenção dos nutrientes, permitindo uma

liberação modulada do conteúdo, estabilidade durante a armazenagem e em algumas aplicações, além de mascarar compostos de sabor indesejável (DEYPERE, 2003).

O ácido microencapsulado possui várias vantagens, sendo uma delas manter as características do material principal ativo até atingir o intestino (GRILLI, et al., 2010) e ceco, sem ter sido dissociado nos órgãos anteriores (VAN IMMENSEEL et al., 2005), realizando a ação bactericida no terço final do intestino delgado e intestino grosso (GAUTHIER, 2002), reduzindo assim, a concentração bacteriana patogênica no lúmen e contribuindo para o controle microbiológico, visto que a maior parte da contaminação por *Salmonella spp.* ocorre nas porções mediais e distais do intestino, onde o ácido orgânico tem maior efetividade, melhorando assim, a microbiota desejável. Outra vantagem é o efeito de retardar a rápida degradação dos ácidos na porção anterior do trato digestório (PIVA et al., 2007) e assim, ter maior efeito antimicrobiano, o que poderá melhorar aspectos morfofisiológicos intestinais e de desempenho zootécnico.

2.4 ÓLEOS ESSENCIAIS

Os óleos essenciais são funcionais e, na sua grande maioria, são extraídos de plantas medicinais como a canela, pimenta, alecrim, orégano, gengibre, tomilho, já os óleos funcionais são extraídos do caju, uva, coco, laranja (TORRENT, 2011) e são obtidos do metabolismo primário das plantas, possuem princípios ativos com ação imunomoduladora, antioxidante e antimicrobiana (GRESSLER et al., 2010). De acordo com Dendena et al. (2016), os óleos funcionais são encontrados em muitos órgãos vegetais e possuem funções ligadas à sobrevivência da planta, principalmente na defesa contra microrganismos patogênicos. Puvaca e colaboradores (2013) citam que os óleos essenciais são voláteis e são obtidos de sementes e polpas através da prensagem e/ou extração com solventes orgânicos, o que os diferenciam dos óleos fixos e de acordo com Castilho (2021), geralmente é necessário diluir os óleos essenciais em óleos vegetais, que atuarão como carreadores.

São conhecidos como substâncias orgânicas voláteis, tendo propriedades antivirótica, antiespasmódica, analgésica, bactericida, cicatrizante, expectorante,

relaxante, vermífuga, além de aroma diferenciado, sendo utilizado em vários setores da indústria (MARTINS et al., 1995).

E ainda, os óleos essenciais auxiliam no controle de patógenos, melhorando a capacidade de absorção e digestão de nutrientes do intestino delgado, contribuindo com a resposta imune e a eubiose, promovendo melhor desempenho aos animais (HASHEMI & DAVOODI, 2011), tais ações são possíveis devido a natureza dos ácidos graxos de cadeia curta de natureza lipofílica, que permitem que o hidrogênio e o potássio entrem facilmente na membrana plasmática, modificando a membrana celular e dificultando a permeabilidade de membrana, além de atuar na redução do pH intracelular, eventualmente levando à morte de bactéria por perda do controle quimiosmótico, pois à célula bacteriana não realizará mais ações enzimáticas (WANG et al., 2013; FERNANDES et al., 2015).

Com a proibição do uso dos antimicrobianos na Europa, as plantas aromáticas têm sido objeto de estudo como alternativa aos melhoradores de desempenho na produção animal (BONATO et al., 2008), assim como, substituto dos antimicrobianos químicos, utilizados comumente como promotores de crescimento em animais de interesse zootécnico (VALERO et al., 2014). Comparado aos antibióticos, os óleos essenciais são menos tóxicos pois são produtos naturais, licores de resíduos e seguros devido ao uso em baixas doses (MIGLIORINI, 2017). Dentre os benefícios dos óleos essenciais, tem-se a ação antibacteriana em que se são atribuídas aos seus compostos químicos (TAJKARIMI et al., 2010) e a eficácia dos mesmos, irá depender do pH da solução, temperatura, concentração e componentes ativos (BURT, 2004).

As teorias mais aceitas dos benefícios do uso dos óleos essenciais, incluem o aumento do consumo da dieta, a estimulação da produção de enzimas naturais, facilitação da digestão, modificação da flora intestinal e auxílio na prevenção de infecções não aparentes (BONATO et al., 2008). Os óleos funcionais também possuem efeito sobre o metabolismo do animal através da estimulação de produção de saliva, suco gástrico e pancreático, na secreção de enzimas como sacarase e maltase, favorecendo a digestibilidade e ainda, causa alterações na microbiota intestinal melhorando assim, a absorção de nutrientes (PESSÔA, 2012). Assim como, atuam na modificação da microbiota intestinal e podem alterar a distribuição dos linfócitos no intestino (PURCHIARONI et al., 2013), impedindo a aderência de bactérias patogênicas na mucosa intestinal através da metabolização nos

enterócitos e, depois de serem absorvidos no intestino, são metabolizados no fígado (FERNANDES et al., 2015).

Ligado a isso, Santurio e colaboradores (2007) avaliaram a atividade *in vitro* de três óleos essenciais (orégano, tomilho e canela) frente a sorovares de *Salmonella enterica* e evidenciaram atividade inibitória e bactericida do óleo essencial de orégano em relação aos demais óleos. Assim como, Dorman & Deans (2000) salientam que vários autores comprovaram que dentre os óleos essenciais, o óleo essencial de orégano é o que tem mais ação contra *Escherichia coli*. Oliveira e colaboradores (2008) citam que o óleo essencial extraído do *Origanum vulgare* apresenta propriedades bactericidas e fungicidas contra diversos agentes patogênicos e, essa eficácia, é atribuída principalmente aos compostos carvacrol e timol, que são os principais componentes fenólicos encontrados em certos óleos essenciais, como o orégano. Rocha e colaboradores (2020) comprovaram a mesma teoria, em que os óleos essenciais de plantas que possuem timol e carvacrol em sua composição, melhoram o desempenho e a taxa de crescimento de aves, além de promover a menor possibilidade de resistência cruzada entre microrganismos.

De acordo com Santos *et al.* (2016), os óleos essenciais extraídos das cascas de laranja doce (*Citrus aurantium var. dulcis*) e de tangerina (*Citrus reticulata v. tangerine*) juntamente com o óleo de semente de maracujá (*Passiflora edulis*) inibem o crescimento de bactérias patogênicas para a avicultura, como a *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella spp.*. Outros trabalhos demonstram que as partes da planta mais utilizadas na medicina são as cascas, as folhas e os frutos, sendo que os extratos de casca, apresentam ação cicatrizante (KOMATSU et al., 2019), protetor da mucosa gástrica (NUNES NETO et al., 2017) e antioxidante (SERENIKI et al., 2016).

A composição e o mecanismo de ação dos óleos essenciais se diferem, portanto, a inclusão de ervas ou extratos na alimentação animal irá depender de fatores como espécie, idade e finalidade de produção (HASHEMI & DAVOODI, 2011) e podem ser adicionados em pequenas quantidades às rações, enquanto plantas inteiras ou secas devem ser adicionadas em quantidades maiores (BEHNAMIFAR et al., 2015).

2.5 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

A extração se baseia na transferência de massa de um soluto e uma substância que pode ser líquida ou sólida, existindo dois tipos de extração: líquido-líquido ou sólido-líquido. A escolha do método utilizado está diretamente ligada às características da planta e à finalidade do extrato. Os métodos de extração mais utilizados são prensagem mecânica, arraste a vapor e extração com solvente orgânico (CASTILHO, 2021).

A extração aquosa de óleos é um método em que a água é empregada como um meio para extrair o óleo, seja em contato direto com a amostra ou simplesmente fornecendo calor para que o óleo seja arrastado por vapor. Uma das vantagens desse processo é a eliminação da necessidade de solventes orgânicos. No entanto, a desvantagem da extração aquosa é a produção de efluente líquido que precisa ser descartado (LIMA, 2016). Um exemplo é a extração do orégano (*Origanum vulgare*), membro da família *Lamiaceae*, planta medicinal e aromática, onde pode se extrair o óleo essencial por processo de destilação a vapor. Sua composição contém boa atividade antimicrobiana e antioxidante, com benefícios principalmente na redução de reações oxidativas (ARPASOVÁ et al., 2014).

Outra técnica de extração que pode ser usada é a extração com solventes orgânicos por difusão, onde a mistura do material vegetal com o solvente é feita e mantida à temperatura ambiente. Nesse processo, ocorre a interação entre o solvente e o material vegetal, resultando na extração do óleo devido suas características apolares, posteriormente, o solvente é evaporado à temperatura ambiente, resultando na obtenção do óleo essencial como produto final (BIASI & DESCHAMPS, 2009).

Além destes processos de extração, outro método empregado, como exemplificado por Ramme et al. (2021), a prensagem mecânica se destaca, a qual é amplamente empregada para frutos cítricos, como a laranja. Neste processo, os vacúolos que retêm o óleo na casca de laranja são rompidos. Em seguida, os frutos são prensados e lavados com água, formando uma emulsão com 1 a 3% de óleo essencial. Posteriormente, a emulsão é centrifugada para a separação em fases, e a parte rica em óleo essencial é decantada para obtenção do óleo essencial isolado.

3 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. A., et al. Uso de aditivos na alimentação de aves. **Acta Veterinaria Brasília**. v.1, n.3, p.69-77, 2007.

ARPASOVA, H. et al. The Effect of Oregano Essential Oil and *Rhus coriaria* L. on Selected Performance Parameters of Laying Hens. **Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies**, vol. 47, p. 12-16, 2014.

ALLIX, P., BUHMHAM, A., FOWLER, T., et al. (2010). Coaxing Oil from Shale. **Oilfield Review**, 22, 4-15, 2010.

ANDERSON, D. B.; McCRACKEN, V.J.; AMINOV, R.I. et al. Gut microbiology and growth-promoting antibiotics in swine. **Pigs News Information**, v.20, p.115-122, 1999.

ARPASOVA, H. et al. The Effect of Oregano Essential Oil and *Rhus coriaria* L. on Selected Performance Parameters of Laying Hens. **Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies**, vol. 47, p. 12-16, 2014.

AVINEWS. **A importância da saúde intestinal na produção avícola**. 2022. Disponível em: <<https://avinews.com/pt-br/importancia-saude-intestinal-producao-avicola-2/>>. Acesso em: 10 jun. 2024.

BEHNAMIFAR, A.; RAHIMI, S.; KARIMI TORSHIZI, M. A.; HASANPOUR, S.; MOHAMMADZADE, Z. Effect of thyme, garlic and caraway herbal extracts on blood parameters, productivity, egg quality, hatchability and intestinal bacterial population of laying Japanese quail. **The Journal of Medicinal Plants and By-Products (JMPB)**, 2015.

BENCHAAR, C.; CALSAMIGLIA, S.; CHAVES, A. V.; FRASER, G. R.; COLOMBATTO, D.; MCALLISTER, T. A.; BEAUCHEMIN, K. A. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, n. 1-4, p. 209-228, 2008.

BIASI, L. A.; DESCHAMPS, C. Plantas aromáticas do cultivo à produção de óleo essencial. 1. ed. Curitiba, PR: **Layer Studio Gráfico e Editora Ltda**, 2009.

BRASIL. **Instrução Normativa SDA MAPA número 44 de 15 de dezembro de 2015**. 2015. Disponível em: <[instrucao-normativa-sda-mapa-ndeg-44-de-15-12-2015.pdf](#)>. Acesso em 09 ago 2024.

BRASIL. **Portaria nº 171, de 13 de dezembro de 2018**. 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/aves-e-suinos/2019/39deg-ro/3-sut-apres-csas-futuro-antimicrobianos-23jul2019-convertido.pdf>>. Acesso em: 11 ago 2024.

BRASIL. **Atualização sobre uso racional de antimicrobianos e boas práticas de produção.** 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/resistencia-aos-antimicrobianos/publicacoes/Apostila_AtualizaosobreUsoRacionaldeAntimicrobianos eBoasPrticasdeProduo.pdf>. Acesso em 01 set. 2024.

BRASIL. Produção de Ovos de Galinha. **IBGE**, 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=produ%C3%A7%C3%A3o+de+ovos>>. Acesso em: 10 set 2024.

BRAZ, D. B. Acidificantes como alternativas aos antimicrobianos melhoradores do desempenho de leitões na fase de creche. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. **Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**. Piracicaba. 79 pp, 2007.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. **International Journal of Food Microbiology**, v.94, n.3, p.223-253, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>>. Acesso em: 08 ago. 2024.

CASTILHO, G. Estudo para os tipos de extração de óleos essenciais e óleos vegetais. **Revista Científica Multidisciplinar O Saber**, v. 10, 2021.

CHERRINGTON, C. A., et al. Organic Acids: Chemistry, Antibacterial Activity and Practical Applications. **Science Direct**. v. 32, p. 87-108, 1991. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065291108600065>>. Acesso em: 10 set. 2024.

COSTA, L. B.; TSE, M. L. P.; MIYADA, V. S. Herbal extracts as alternatives to antimicrobial growth promoters for weanling pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2007.

CUNNINGHAM, D. L., 1992. Beak trimming effects on performance, behavior and welfare of chickens: a review. **Journal Applied Poultry Research**. 1:129-134.

DENCK, F. M.; HILGEMBERG, J. O.; LEHNEN, C. R. Uso de acidificantes em dietas para leitões em desmame e creche. **Archives de Zootecnia**, vol. 66, núm. 256, p. 629-638, 2017.

DENDENA, M. W.; OLIVEIRA, R. R.; CELLA, P. S. Efeito de óleos funcionais e algas no desempenho de suínos em terminação. **Scientific Electronic Archives**, v. 9, p. 47-52, 2016.

DEPYPERE, F. et al. Food powder microencapsulation: principles, problems and opportunities. *Appl. Biotechnol.* **Food Science Pol.**, v. 1, n. 2, p. 75-94, 2003.

DIGNASS, A. U.; PODOLSKI, D. K. **Cytokine modulation of intestinal epithelial cell restitution: central role of transforming growth factor beta.** *Gastroenterology*. 105:1323–1332, 1993.

DORMAN, H. J. D.; DEANS, S. G. Antimicrobial Agents from Plants: Antibacterial Activity of Plant Volatile Oils. **Journal of Applied Microbiology**, 88, 308-316, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2672.2000.00969.x>> Acesso em: 10 set. 2024.

DUTRA, M. C. **Use of antimicrobials in Swine in Brazil: Critical Analysis and impact on Epidemiological Markers of Resistance**. 92 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

EDENS, F. W. An alternative for antibiotics use in poultry: probiotics. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 5, n. 2, p. 75-97, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbca/a/sMnRc5RQdtJvbWP5KvtRzVf/>>. Acesso em: 28 abr. 2023.

EMBRAPA. **Manual de segurança e qualidade para a Avicultura de Postura**. 2004. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18216/1/MANUALSEGURANC AQUALIDADEaviculturadepostura.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2024.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)**. The FAO Action Plan on Antimicrobial Resistance 2016-2020. Roma: FAO.

FERREIRA, Ítalo de Melo. **Cartilha sobre o uso de Ácidos Orgânicos e Óleos essenciais no desempenho e saúde intestinal de aves e suínos**. Dissertação (Mestrado Profissional). Rio Pomba, 2021. Disponível em: <<https://www.ifsudestemg.edu.br/mpnpa/oprograma/Trabalhos%20de%20conclusao%20de%20curso/italomeloFerreira.pdf>> Acesso em: 08 set. 2024.

FERNANDES, R. T. V. Aditivos fitogênicos na alimentação de frangos de corte: Óleos essenciais e especiarias, **PubVet**, 9 (12), 2015.

FLEMMING, J. S.; FREITAS, R. J. S. Avaliação do efeito de prebióticos (MOS), probióticos (*Bacillus licheniformis* e *Bacillus subtilis*) e promotor de crescimento na alimentação de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 2, p. 41-17, 2005.

GUARDABASSI, L.; PRESCOTT, J. F. Antimicrobial stewardship in small animal veterinary practice: from theory to practice. **Vet Clin North Am Small Anim Pract**. v. 45(2): p. 361-76, 2015.

GAUTHIER, R. La Salud Intestinal: Clave de la productividad (El caso de los Ácidos Orgânicos). In: Precongreso Científico Avícola IASA, XXVII Convencion ANECAWPDC. **Puerto Vallarta**, Jal. México, 2002. Disponível em: <<http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/00CAP8.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2024.

GRESSLER, P.; SCHNEIDER, R.; CORBELLINI, V.; BJERK, T.; SOUZA, M.; ZAPPE, A.; LOBO, E. A. Microalgas: Aplicações em biorremediação e energia. **Caderno de Pesquisa**, Série Biologia, v. 24, p. 48-67, 2010.

GRILLI, E.; MESSINA, M.R.; TEDESCHI, M.; PIVA, A. Feeding a microencapsulated blend of organic acids and nature identical compounds to weaning pigs improved performance and intestinal metabolism. **Livestock Science**, v. 133, p.173-175, 2010.

HASHEMI, S. R.; DAVOODI, H. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. **Veterinary research communications**, v. 35, n. 3, p. 169-180, 2011.

HERMES, R. G. **Uso de extratos de plantas e acidificantes para suínos, o que diz a ciência e a prática atual?** 2011. Disponível em: <<http://pt.ergomix.com/MA-suinocultura/nutricao/141-p0.html>>. Acesso em: 10 abr 2024.

HINTON, M.; LINTON, A. H. Control of salmonella infections in broiler chickens by the acid treatment of their feed. **Vet Rec.** v. 123(16), p.416-21. 1998. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3201669/>>. Acesso em: 20 mai 2024.

HUDSON, B. P.; DOZIER, W. A.; WILSON, J. L., et al. Reproductive performance and immune status of caged broiler breeder hens provided diets supplemented with either inorganic or organic sources of zinc from hatching to 65 wk of age. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 13, n.2, p. 249-359, 2004.

JÚNIOR, C. J. et al. **A cadeia da carne de frango: tensões, desafios e oportunidades.** Rio de Janeiro: BNDES Setorial, 2007. Disponível em: <<https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2681>>. Acesso em: 29 abr. 2023.

KOMATSU, D.; HAUSEN, M. A.; ERI, R. Y., et al. Alternative cutaneous substitutes based on poly (L-CO-D, L-lactic acid- Cotrimethylene carbonate) with Schinus terebinthifolius Raddi extract designed for skin healing. **ACS Omega**, v. 4, p. 18317-18326, 2019.

LANGHOUT, P. Alternativas ao uso de quimioterápicos na dieta de aves: a visão da indústria e recentes avanços. In: **CONFERENCIA APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS.** Santos, SP. 2005, p. 21-33.

LEITE, P. R. S. C., MENDES, F. R., PEREIRA, M. L. R., LIMA, H. J. D., LACERDA, M. J. R. **Aditivos fitogênicos em rações de frango.** ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15, 2012.

LEMOS, M. J.; CALIXTO, L. F. L.; TORRES-CORIDO, K. A. A. Uso de aditivo alimentar equilibrador da flora intestinal em aves de corte e postura. **Review Article**, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1808-1657000862014>>. Acesso em: 04 set. 2023.

LIMA, G. J. M. M. Uso de aditivos na produção de suínos. In: **Simpósio sobre as Implicações Sócio-econômicas do uso de Aditivos na Produção Animal**, p. 51-68, 1999.

LIMA, K. R., et al. Extração aquosa de óleo de amêndoa de castanha-decaju. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2016.

MAIORKA, A.; SANTIN, E.; SUGETA, S.M.; ALMEIDA, J.G.; MACARI, M. Utilização de prebióticos, probióticos ou simbióticos em dietas para frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 3, n.1, 2001.

MAIORKA, A.; BOLELI, I. C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa intestinal. *In*: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep. 2008. p.113-120. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/3031/303126503005.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2023.

MARTINS, E. R. CASTRO, D. M.; CASTELLANI, D. C. **Plantas medicinais**. Viçosa, p. 220, 1995.

MIGLIORINI, M. J. **Desempenho, qualidade de ovos e saúde de poedeiras comerciais alimentadas com dieta suplementada com óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*)**. UDESC, 64 p. 2017. Disponível em: <<https://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/000034/0000349e.pdf>>. Acesso em: 13 jul 2024.

MONTEIRO, D. P. Ácidos orgânicos em dietas de leitões. **Porkworld**. v.4, n. 21, p. 48-51, 2004.

NUNES-NETO, P. A.; PEIXOTO-SOBRINHO, T. J. D. S.; DA SILVA JÚNIOR, et al. The effect of *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) bark extract on histamine-induced paw edema and ileum smooth muscle contraction. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2017, p. 1416375, 2017.

OLIVEIRA, ELIZABETH. **O uso de ácidos gráxos de cadeia curta no controle de *Salmonella* em rações de aves**. Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1996.

PEREIRA, A. A.; PICOLLI, R. H.; BATISTA, N. N., et al. Inativação termoquímica de *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella enterica Enteritidis* por óleos essenciais. **Ciência Rural**, 44 (11), 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140092>>. Acesso em: 08 ago 2024.

PIVA, A.; PIZZAMIGLIO, V.; MORLACCHINI, M.; TEDESCHI, M.; PIVA, G. Lipid microencapsulation allows slow release of organic acids and natural identical flavors along the swine intestine. **Journal of Animal Science**. v. 85, p. 486-493, 2007.

PURCHIARONI, F. TORTORA, A. GABRIELLI, M. BERTICCI, F. GIGANTE, G. IANIRO, G. O papel de microbiota intestinal e o sistema imunológico. **European Journal Review for Medical Pharmacological Science**, v.17, p. 233-323, 2013.

PUVACA N, S. V.; GLAMOCIC, D.; LEVIC, J.; PERIC, L.; MILIC, D. Efeitos benéficos de fitoaditivos na nutrição de frangos de corte. **World Poultry Science Journal**, v. 69, p. 27-34, 2013.

RAMME, A. L., et al. **Produção de óleo essencial: Aproveitamento de cascas de frutas cítricas seus benefícios e aplicações em alimentos**. 2021.

ROCHA, G. F., et al. **Ação do óleo essencial de alecrim (*Lippia gracillis Shauer*) sobre a microbiota intestinal e o desempenho das aves.** Medicina Veterinária (UFRPE), v. 14, n.2, p. 123-132, 2020.

RODRIGUES, P. C. **Contribuição ao estudo da conversão de ovos de casca branca e vermelha.** Piracicaba, 1976. 57p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Unidade de São Paulo.

RUSSELL, J. B.; HOULIHAN, A. J. Ionophore resistance of ruminal bacteria and its potential impact on human health. **FEMS Microbiology Reviews**, v. 27, n. 1, p. 65-74, 2003.

SANTURIO, J. M. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de orégano, tomilho e canela frente a sorovares de Salmonella entérica de origem avícola. **Ciência Rural**. p. 803-808. 2007.

SERENIKI, A.; LINARD-MEDEIROS, C. F. B.; SILVA, S. N. et al. *Schinus terebinthifolius* administration prevented behavioral and biochemical alterations in a rotenone model of parkinson's disease. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 26, 2016.

SUZUKI, Rafael. **O poder dos ácidos orgânicos na Avicultura.** Agroceres Multimix. Disponível em: <<https://agroceresmultimix.com.br/blog/o-poder-dos-acidos-organicos-na-avicultura/>>. Acesso em: 08 jul. 2023.

SILVA, N. F.; CRUZ, L. C. F.; SANTOS, F. R.; MINAFRA, C. S. Fitoterápicos na avicultura de corte e postura. Nutri Time – **Revista Eletrônica**. Vol. 19, No 02, 2022.

STRADA, E.S.O.; ABREU, R.; OLIVEIRA, G., et al. Uso de enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2369-2375, 2005. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67/o/semi2011_Weder_Lima_2c.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2023.

TAJKARIMI, M.M. et al. Antimicrobial herb and spice compounds in food. **Food Control**, v.21, n.9, p.1199 - 1218, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.02.003>>. Acesso em: 08 ago 2024.

TODD, R. D. Microencapsulation and flavor industry. **Flavor Industry**, London, v. 1, n. 11, p. 768-771, 1970.

TORRENT, J. **Óleos Funcionais em ruminantes: Conheça os benefícios.** Ruminantes: BeefPoint, 2011. Disponível em: <<https://www.beefpoint.com.br/oleos-funcionais-em-ruminantes-conheca-os-beneficios-71510/>>. Acesso em: 20 abr 2024.

TORRENT, J. Óleos funcionais: Uma alternativa como promotor de crescimento. **Apamvet**, 2012. Disponível em: <http://revistas.bvs-vet.org.br/apamvet/article/view/24522>. Acesso em: 13 de abr de 2024.

VAN IMMERSEEL, F., et al. Supplementation of Coated Butyric Acid in the Feed Reduces Colonization and Shedding of Salmonella in Poultry. **Poultry Science**, vol. 84, p. 1851-1856, 2005.

VILAS BOAS, A. D. C. Suplementação de ácidos orgânicos em dietas para leitões na fase de creche. Produção Animal Sustentável. Dissertação (Mestrado). Instituto de Zootecnia. **Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios**, p. 70, 2014.

WANG, S.; WANG, W.; JIN, Z.; DU, B.; DING, Y.; NI, T. Triagem e diversidade de plantas bactérias endofíticas promotoras de crescimento do amendoim. **African Journal of Microbiology Research**, v. 7, p. 875-884, 2013.

XAVIER, G. B.; RUTZ, F.; DIONELLO, N. J. L., et al. **Performance of layers fed diets containing organic selenium, zinc and manganese, during a second cycle of production.** 2004.

4 CAPÍTULO II: INCLUSÃO DE FORMIATO DE SÓDIO, ÁCIDO FUMÁRICO, ÁCIDO CÍTRICO NA FORMA LIVRE, ÁCIDO SÓRBICO MICROENCAPSULADO, EXTRATO DE PIMENTA E ÓLEO ESSENCIAL DE ORÉGANO NA DIETA DE POEDEIRAS COMERCIAIS

RESUMO

A indústria de alimentos está em constante desenvolvimento e com ela, surgem alternativas para melhoria da qualidade de vida dos animais e conseqüentemente, seus produtos e subprodutos que são destinados à alimentação humana. Além do cenário desafiador da avicultura em relação a redução de custos e melhora de índices zootécnicos, há a constante pressão do mercado para que se substituam os promotores de crescimento e reduzam o uso de antibióticos da produção animal. Nesse sentido, ácidos orgânicos e óleos essenciais têm ganhado relevância devido aos seus diversos benefícios em relação a produção, sanidade e qualidade intestinal. O presente trabalho teve como objetivo investigar o uso de ácidos orgânicos livres, microencapsulados e óleos essenciais em poedeiras comerciais, sendo utilizados os ácidos orgânicos livres à base de formiato de sódio (5%), ácido fumárico (8%), ácido cítrico (1,5%); ácido sórbico na forma microencapsulada e extrato de pimenta e óleo essencial de orégano na forma livre. Os dados foram coletados durante 28 dias no aviário experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Erechim/RS, para a avaliação foram utilizadas 72 galinhas da linhagem Novogen Brown Light®. As aves foram divididas em quatro grupos experimentais: Grupo controle (sem adição de aditivos), Tratamento 01 (inclusão de 0,5 kg/ton do aditivo); Tratamento 02 (inclusão de 1 kg/ton do aditivo); Tratamento 03 (inclusão de 1,5 kg/ton do aditivo), sendo realizadas seis repetições de cada tratamento, com três galinhas poedeiras em cada unidade experimental. Com este estudo, foram avaliados os índices zootécnicos em relação à produção de ovos, peso médio de ovos, peso gema e clara, altura e largura da gema, cor da gema, peso e espessura da casca, além de histopatologia do intestino a partir de necrópsias e digestibilidade a partir de fezes frescas e os dados demonstraram melhoras significativas em relação à qualidade de casca dos ovos e sujidade, demonstrando que houve benefícios em relação a absorção de alimentos e qualidade intestinal, onde refletiu na melhora da qualidade de casca de ovos, portanto, pode-se dizer que é positivo o uso de ácidos orgânicos livres e microencapsulados, somados ao uso dos óleos essenciais na dieta de galinhas poedeiras. Os resultados mostram que há necessidade de novos trabalhos, pois na literatura há poucos que fazem referência à utilização desses ácidos e óleos essenciais em dietas de poedeiras, portanto, o presente trabalho foi desenvolvido visando determinar o efeito da adição dos mesmos no desempenho de poedeiras comerciais e por fim, comprovando que tais componentes podem ser usados como substituto do promotor de crescimento e do uso de antibióticos para aves de postura comercial.

Palavras-chave: Galinha de postura comercial, ácidos orgânicos livres, ácidos orgânicos microencapsulados, nutrição animal, óleos essenciais livres;

ABSTRACT

The food industry is constantly developing and with it, alternatives arise to improve the quality of life of animals and consequently, their products and by-products that are destined for human consumption. In addition to the challenging scenario in poultry farming in terms of reducing costs and improving zootechnical indexes, there is constant pressure from the market to replace growth promoters and reduce the use of antibiotics in animal production. In this sense, organic acids and essential oils have gained relevance due to their various benefits in relation to production, health and intestinal quality. The present work aimed to investigate the use of free, microencapsulated organic acids and essential oils in commercial layers, using free organic acids based on sodium formate (5%), fumaric acid (8%), citric acid (1.5%); sorbic acid in microencapsulated form and pepper extract and oregano essential oil in free form. Data were collected for 28 days in the experimental aviary of the Federal University of Fronteira Sul, campus Erechim/RS, for the evaluation 72 chickens of the Novogen Brown Light® lineage were used. The birds were divided into four experimental groups: Control group (without addition of additives), Treatment 01 (inclusion of 0.5 kg/ton of additive); Treatment 02 (inclusion of 1 kg/ton of additive); Treatment 03 (inclusion of 1.5 kg/ton of additive), with six replications of each treatment carried out, with three laying hens in each experimental unit. With this study, zootechnical indices were evaluated in relation to egg production, average egg weight, yolk and white weight, yolk height and width, yolk color, shell weight and thickness, in addition to intestinal histopathology from necropsies, as well as, digestibility from fresh feces and the data demonstrated significant improvements in relation to eggshell quality and dirt, demonstrating that there were benefits in relation to food absorption and intestinal quality, which reflected in the improvement of eggshell quality, therefore, it can be said that the use of free and microencapsulated organic acids, in addition to the use of essential oils in the diet of laying hens, is positive. The results show that there is a need for new work, as in the literature there are few references to the use of these acids and essential oils in layer diets. Therefore, the present work was developed with the aim of determining the effect of adding them on the performance of commercial layers. and finally, proving that such components can be used as a substitute for growth promoters and the use of antibiotics for commercial laying birds.

Keywords: Commercial laying hen, free organic acids, microencapsulated organic acids, animal nutrition, free essential oils;

4.1 INTRODUÇÃO

Com foco na melhora do desempenho animal, alguns aditivos vêm sendo utilizados na alimentação das aves, como os antibióticos, prebióticos, probióticos, enzimas e fitogênicos (PESSÔA et al. 2012). Porém, a constante busca na substituição de antibióticos e melhoradores de desempenho na avicultura, auxiliou para o surgimento de outras alternativas como o uso dos óleos essenciais, sendo seguro seu uso em níveis adequados (SANTOS, 2019). A exigência por alimentos livres de produtos químicos e artificiais, como conservantes, despertou novos estudos de uso de produtos naturais com objetivo de aumentar o tempo de prateleira além de contribuir com seus efeitos antibacterianos, como por exemplo, o uso de plantas aromáticas (CALO et al., 2015).

No mercado atual, há aditivos conservantes a base de ácidos orgânicos e óleos essenciais e a apresentação destes produtos ocorre de maneira diversa, podendo ser apresentado de forma livre ou microencapsulada, com inclusão via ração ou via água. Quando há a combinação de pequenas dosagens de acidificantes à dieta, pode levar ao tamponamento, diminuindo sua concentração no trato intestinal, em decorrência dos prótons do acidificante se dissociarem no estômago e ocorrer a absorção antes de chegarem ao intestino (YAN, 2009), por tal motivo é indicado a associação de ácidos livres e microencapsulados com óleos essenciais, tendo como objetivo atingir todo o trato gastrointestinal e auxiliar na digestão de forma completa.

O uso de aditivos naturais na dieta de aves de postura promove melhora no desempenho produtivo em geral, reduz a conversão alimentar, aumenta a postura e melhora a qualidade dos ovos, além de possuírem ação antimicrobiana contra patógenos presentes no trato intestinal, prevenindo contra a disbiose e enterites, sendo uma forma alternativa de substituir o uso de antibióticos promotores de crescimento (SILVA, et al., 2022). Dentre os aditivos há os extratos de plantas que foram e ainda são muito utilizados devido sua ação antimicrobiana, sendo os óleos essenciais, com predileção, pois diminuem parâmetros de isolamento e purificação de compostos e, em concentrações adequadas, são considerados seguros (PEREIRA, 2014). Estudos como o de Burt (2004) e Tajkarimi e colaboradores (2010) demonstraram a eficácia dos óleos essenciais na inibição do crescimento

microbiano, além de interferir na permeabilidade da membrana citoplasmática, inativando ou destruindo o material genético de bactérias, causando a lise da parede celular.

Neste contexto, as buscas por alternativas devem ser constantes de modo que possam melhorar a qualidade dos ovos, qualidade intestinal, levar a redução de contaminação ambiental, além de assegurarem ótimos resultados quando incluídos nas dietas, assim, são necessários mais estudos para verificar e quantificar a eficiência dos aditivos de modo que se tornem uma solução de rentabilidade e incremento de parâmetros zootécnicos (ROTTER, 2022).

Objetivou-se com este estudo, avaliar a qualidade intestinal, a produção de ovos, bem como a qualidade dos mesmos, com a adição de diferentes aditivos na forma livre: formiato de sódio, ácido fumárico, ácido cítrico, ácido sórbico, além de óleos essenciais na forma microencapsulada: óleo essencial de orégano e extratos de pimenta na dieta de galinhas poedeiras em fase de produção. O objetivo do trabalho vai de encontro com os autores Penz e colaboradores (1993), os quais concluíram que é de suma importância a necessidade de mais estudos com o uso de aditivos na dieta das aves, a fim de avaliar sua ação, visto que, os resultados variam conforme a idade, peso, dieta e tempo de inclusão do aditivo.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 COMISSÃO DE ÉTICA

O protocolo experimental foi autorizado e homologado pela Comissão de Ética para o Uso de Animais (CEUA), 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), sob o número 4429140324.

4.2.2 LOCAL DE ESTUDO, AMOSTRAGEM E SELEÇÃO DOS ANIMAIS

O experimento foi realizado no aviário experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, Campus Erechim/RS. Para o desenvolvimento do experimento foram utilizadas 72 aves da linhagem Novogen Brown Light®, em fase de produção, com 48 semanas. O experimento deu início no mês de Agosto de 2024, com duração total de 28 dias.

4.2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com repetição no tempo, divididos em quatro tratamentos com o uso de aditivos livres à base de formiato de sódio (5%), ácido fumárico (8%), ácido cítrico (1,5%), ácido sórbico na forma microencapsulada e extrato de pimenta e óleo essencial de orégano na forma livre, na dosagem controle, 500 gramas/ton., 1000 gramas/ton. e 1500 gramas/ton., sendo realizadas seis repetições de cada tratamento.

As aves foram distribuídas em vinte e quatro gaiolas de arame galvanizado, com lotação de três aves por gaiola, juntamente com comedouros tipo calha e bebedouros tipo *nipple* acoplados. A ração para a alimentação das aves foi pesada e distribuída em 500 gramas por gaiola em duas refeições diárias, sendo esta quantia verificada como suficiente, de modo a evitar desperdícios dadas quantidades maiores. Já a água foi fornecida à vontade, tendo em vista sua distribuição por *nipple* automático.

As galinhas foram submetidas a um ambiente com temperatura e luz controladas. A temperatura média verificada durante o período experimental variou de 20° a 28° C e a umidade relativa de 66 a 75%. O ambiente permaneceu iluminado por 17 horas e em plena escuridão por outras 7 horas, conforme recomendado pela linhagem. Para o registro de temperatura, quatro termômetros digitais foram distribuídos em pontos aleatórios dentro do aviário e a coleta dos dados registrados diariamente.

Para registro da umidade relativa do ar, com o decorrer do período experimental, um higrômetro no interior do aviário foi instalado. Ao término dos ciclos avaliados, os ovos foram coletados diariamente entre as 11 horas da manhã

e as 16 horas da tarde e separados de acordo com cada tratamento e suas respectivas repetições para as análises de qualidade.

O tempo de adaptação da dieta das poedeiras aconteceu em 15 dias e na Tabela 01 pode-se observar os ingredientes utilizados. Quanto à avaliação da qualidade dos ovos foi feita uma observação visual baseada nos parâmetros descritivos na Tabela 02, adaptado de Neto, et al. (2018).

Tabela 01 – Dieta das aves poedeiras

DIETA	T1	T2	T3	T4
Milho Grão Moído, Kg	59,00	59,00	59,00	59,00
Farelo de Soja, Kg	27,00	27,00	27,00	27,00
Calcário Calcítico, Kg	10,00	10,00	10,00	10,00
Premix Vitaminico e Mineral, Kg¹	2,50	2,50	2,50	2,50
Caulim	1,5	1,0	0,5	-
Aditivo²	-	0,5	1,0	1,5
TOTAL	100	100	100	100

¹Os tratamentos foram obtidos pela inclusão dos aditivos em substituição ao inerte: T1 - Dieta controle, 1,5% de inerte. T2- Dieta com 0,5% do aditivo+1,0% de inerte. T3- Dieta com 1,0% do aditivo + 0,50% de inerte. T4- Dieta com 1,5% do aditivo

4.2.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

As características avaliadas foram os índices zootécnicos em relação a produção de ovos, conforme padrão do manual estipulado da Linhagem Novogen Brown Light®; Peso médio dos ovos, avaliado com ajuda de balança de alta precisão; Massa de ovos, em que, foi calculado a partir da média dos pesos de ovos, sendo os ovos separados por tratamentos, dividido pela média da produção.

Peso, gema e clara, avaliado com ajuda de balança de alta precisão; Altura e largura de gema, medição foi realizada com ajuda de paquímetro digital; Cor da gema, com auxílio de um leque colorimétrico; Peso de casca e espessura da casca, avaliados através balança de alta precisão e paquímetro digital.

O teste de digestibilidade foi realizado no último dia de cada período experimental seguindo o esquema de coleta total de excretas. As excretas foram coletadas durante dois momentos do dia, na manhã após os arraçoamentos das aves, e a tarde. O consumo de ração foi monitorado a cada momento. As bandejas de coletas foram cobertas com sacos plásticos para facilitar a coleta das fezes. As excretas foram recolhidas, pesadas e armazenadas em sacos plásticos identificados, em seguida congeladas. Ao final do período de coleta, as excretas foram descongeladas, homogeneizadas, e retiradas amostras para posterior análise dos nutrientes no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal da UFFS. As análises seguiram metodologia propostas pelo Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (BRASIL, 2009).

No 28º dia foi feita a coleta das fezes excretadas dos animais, individualmente, em cada gaiola, para o ensaio de digestibilidade. Essas amostras foram armazenadas a -10º C e, posteriormente, foram pré-secas em estufa de circulação forçada de ar a 55º C por 72 horas, processadas no moinho de facas tipo WILLYER AL – 032S e submetidas às análises laboratoriais de digestibilidade no laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal da Universidade. As análises para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta e extrato etéreo (EE) seguiram recomendações de Silva e Queiroz (2022).

O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes da dieta foi determinado segundo McDonald et al. (2011):

$$\text{Digestibilidade aparente de X (\%)} = \frac{(\text{X consumido} - \text{X excretado}) * 100}{\text{X}}$$

Onde X = Nutriente avaliado.

Assim como, foram realizadas necrópsias e análise histopatológica do intestino após eutanásia das aves, prezando pelo método de deslocamento cervical e respeitando os princípios de bem estar animal. As amostras ao longo do intestino das aves foram coletadas três centímetros abaixo do divertículo de Meckel, sendo 5 cm da região ileal do intestino delgado, assim como, foram elaboradas lâminas a fim de se observar a profundidade de criptas e altura de vilosidades intestinais.

4.2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados pelo SAS LAB para verificação da adequação destes ao modelo linear. Em seguida, a análise de variância foi realizada pelo PROC GLM (SAS, 2001). Além disso, a decomposição dos graus de liberdade do fator nível em seus componentes individuais (linear, quadrático e cúbico) de regressão por meio dos polinômios ortogonais.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Kusakawa e colaboradores (1998), a qualidade da casca pode influenciar o desempenho econômico, pois a mesma funciona como embalagem natural do ovo e precisa ter resistência para resistir a postura, colheita, classificação, transporte até a chegada no mercado e consumidor final. Indo de encontro com afirmações de Bonato e colaboradores (2008), que citam que o ovo de boa qualidade deve ser livre de manchas de sangue, carne e pigmentações em seu interior. Além da cor, forma da gema e resistência da membrana que rodeia são componentes que permitem avaliar sua qualidade (KIRUNDA & MCKEE, 2000).

A melhora na qualidade dos ovos produzidos, de acordo com a Tabela 2, pode ter sido decorrente a um maior aproveitamento dos nutrientes das dietas, visto que esses aditivos atuam sobre a microflora intestinal, melhorando a sanidade do lote. No trabalho de GAMA, et al. (2000), foi constatado que ao incluir aditivos na dieta das poedeiras por 04 e 08 semanas, houveram melhores respostas a condições gastrointestinais, além de melhora na produção de ovos, conduzindo a hipótese que a inclusão de aditivos na dieta pode corroborar para a manutenção do estado físico adequado das aves.

Com o avançar da idade das aves, há alteração na qualidade interna dos ovos, como produção de gemas maiores, culminando no aumento do percentual da gema e diminuição no percentual de albúmen e casca de ovo (CARVALHO, et al., 2007).

Tabela 2 - Índices relacionados à qualidade de ovos

TRAT	PESO (g)	SUJIDADE	CASCA (g)	GEMA	CLARA	ESPESSURA	ALTURA (mm)	LARGURA DA GEMA	COR
CONTROLE	62.59	2.42	6.58	16.70	36.15	0,42	11.99	35.99	5.38
0.5	61.48	1.52	6.76	16.91	34.01	0.42	11.67	36.07	5.76
1	59.18	2.33	6.52	15.77	33.00	0.44	11.78	34.50	5.83
1.5	62.47	1.52	6.49	18.31	34.50	0.40	12.43	37.47	5.72
CV, %	6.24	48.92	7.55	7.54	9.25	11.80	11.79	7.19	11.67
EFEITO	L	Q	NS	L e Q	L	NS	NS	NS	NS

Legenda: Efeito L: Linear; Efeito Q: Quadrático; Efeito NS: Não significativo; Efeito L e Q: Linear e quadrático. Fonte: Elaborado pelo autor

Os benefícios da utilização dos acidificantes foram superiores aos do grupo controle em relação à casca suja dos ovos, corroborando para o estudo feito por Chilante et al. (2012), em que comprovou que o uso de óleos essenciais como tomilho, orégano, alecrim e extrato de pimenta na alimentação de matrizes pesadas promovem o aumento da produção de ovos, redução no índice de mortalidade e redução de ovos sujos e ainda, aumenta o índice de viabilidade das aves.

Além de aumentar a estimulação da produção de saliva, suco gástrico e pancreático, os óleos essenciais auxiliam na digestibilidade do alimento, conseqüentemente, melhoram a absorção de nutrientes (MELLOR, 2000). Outro componente de suma importância para a digestibilidade e redução da viscosidade intestinal é o uso da pimenta vermelha (*Capsicum annum*), tendo como princípio ativo a capsaicina, atuando na produção de enzimas pancreáticas e intestinal em monogástricos (aves e suínos) (BRUGALLI, 2003), corroborando para a redução do índice de ovos sujos, assim como o observado no presente estudo, demonstrado na Tabela 02.

A tabela 3 mostra que os resultados deste estudo sobre morfometria intestinal corroboram os resultados obtidos para o desempenho zootécnico, demonstrando que as aves do grupo controle apresentaram vilosidades menores. Sendo indicativo que aves que receberam antibióticos ou acidificantes mostraram menor capacidade de utilização de nutrientes (VIOLA e VIEIRA, 2007), mas, em contrapartida, as variações na altura das microvilosidades não foram significativas ($P>0,05$) nas aves que receberam tratamento com 500 gramas/ton.

Tabela 3 - Altura de Microvilosidades e Profundidade de Cripta de galinhas poedeiras alimentadas com dietas contendo ácidos na forma livre (formiato de sódio, ácido fumárico, ácido cítrico) e ácido sórbico na forma microencapsulada, além de óleo essencial de orégano e extrato de pimenta.

TRAT	ALTURA DE MICROVILOSIDADES (MM)	PROFUNDIDADE DE CRIPTA (MM)
CONTROLE	0,92	0.067
0.5	0,63	0.061
1	0,72	0.064
1.5	0,77	0.066
CV, %	11.21	16.87
EFEITO	L e Q	NS

Fonte: Autor.

A relação desejável entre vilosidades e criptas intestinais ocorre quando há criptas rasas e vilosidades altas e quanto maior a relação entre os dois, melhor será a absorção de nutrientes e menor o *turnover* celular, conseqüentemente, menor gasto de energia (ARRUDA et al., 2018). Quanto maior for a profundidade da cripta intestinal, indica a maior atividade proliferativa celular, garantindo a renovação epitelial (PLUSKE, et al., 1997). Sendo o tamanho e densidade das vilosidades diretamente relacionados com perda de células e renovação celular pelo epitélio da mucosa intestinal (Maiorka et al., 2001) e o equilíbrio entre esses dois processos determinante para um *turnover* constante, mantendo o tamanho dos vilos e contribuindo para a capacidade digestiva e de absorção intestinal, sendo de suma importância a preservação da integridade morfofuncional do sistema digestório, a fim de melhorar o desempenho das aves (DIAS, 2011).

De acordo com Garcia e colaboradores (2023), efeitos a nível de enterócitos encontrados a partir de estudos com inclusão de probióticos e aditivos nas dietas de aves, atuam na redução do *turnover* celular e conseqüentemente, melhoram a absorção dos nutrientes das dietas para o crescimento e desenvolvimento das aves a nível intestinal. Em frangos de corte, ácidos como o acético, propiônico e butírico auxiliam no desenvolvimento intestinal, aumentando o tamanho dos vilos e melhorando a superfície de absorção (SAKATA, 1987; LEESON et al., 2005). Sob o

mesmo ponto de vista, o uso do tanino na alimentação das aves levou a modificações nos parâmetros em relação ao comprimento de vilosidades e profundidades de criptas, porém, não influenciou nos índices zootécnicos como produção, peso e rendimento de carcaça (CAVALIERE, 2013).

Em outros estudos também voltados a frangos de corte, sendo suplementados com 2 a 3% de ácido butírico, fumárico ou láctico na engorda, corroboraram no aumento do ganho de peso e a altura das vilosidades intestinais (Adil et al. 2010, 2011). Efeito semelhante havia sido encontrado por Hashimi & Davoodi (2010) sobre o mecanismo de ação do orégano, em que atua na microbiota intestinal através da estabilização da microbiota entérica, culminando na melhora na digestão, aumento da disponibilidade de nutrientes, possibilitando que o animal expresse ao máximo o seu potencial genético para crescimento.

Chiquieri e colaboradores (2009), avaliaram os tratamentos com ração contendo ácidos orgânicos, ração contendo antibiótico, em comparação com dietas de controle negativo, porém, não encontraram diferença significativa nas alturas das vilosidades entre os tratamentos na alimentação de suínos. Os ácidos fumárico, butírico e fórmico foram avaliados no trabalho de Gomes et al. (2007) na inclusão na ração de leitões na fase pré inicial II e não foi encontrado influência dos mesmos em relação à altura de vilosidades. Já a inclusão de 0,3% de butirato de sódio fornecido na dieta de reprodutoras suínas durante a gestação, melhorou os parâmetros zootécnicos dos leitões (LU, et al. 2012). Entretanto, em relação ao uso de ácidos orgânicos, a inclusão de butirato de sódio na dieta de frangos de corte demonstrou aumento de ganho de peso e imunidade (ZHANG et al., 2011), além de aumentar a proliferação das células epiteliais, forneceu energia e aumentou a altura das vilosidades intestinais (GALFI & BOROKI, 1990).

Sabe-se que os óleos essenciais possuem inúmeras funções, como estimular o apetite e a secreção de enzimas digestivas endógenas, exercem atividades antimicrobianas, coccidiostáticas e anti-helmínticas, além de aumentarem as vilosidades e diminuírem as criptas intestinais, resultando em melhor aproveitamento dos nutrientes e conseqüentemente melhora do desempenho animal (CHOWDHURY et al., 2018). Resultados semelhantes aos do autor citado anteriormente, foram encontrados neste trabalho, como demonstrado na Tabela 3. Mas em contrapartida, o Migliorini (2017), não encontrou resultados conclusivos em

seu trabalho a respeito do efeito do uso dos óleos essenciais e o desempenho zootécnico das aves, fisiologia e qualidade de ovos.

Tabela 4 - Índices zootécnicos de Consumo de ração, Quantidade de ovo/ave/dia produzidos e dúzia de ovos por grupo avaliado.

TRATAMENTO	CONSUMO DE RAÇÃO (g)	OVOS/GALINHA/DIA (un)	RAÇÃO/DÚZIA DE OVOS
CONTROLE	0,14	0.76	2.08
0.5	0,14	0.80	2.05
1	0,12	0.78	2.09
1.5	0,14	0.76	2.1
CV, %	15.23	11.86	15.23
EFEITO	NS	NS	NS

Fonte: Elaborado pelo autor

Com a crescente demanda em produtos fitoterápicos e substituintes de promotores de crescimento e antibióticos, tem sido constante a inclusão de óleos essenciais nas dietas, como os óleos de orégano, sálvia, alecrim e extrato de pimenta inclusos na alimentação de frangos de corte, em que, autores obtiveram peso final e ganho de peso similares aos animais suplementados com antibióticos promotores de crescimento (TRAESSEL, et al., 2011). Já o óleo essencial de alecrim (*Lippia gracilis Shauer*) demonstrou ter poder inibitório *in vitro* sobre *Escherichia coli* e *Salmonella spp.*, além de reduzir o consumo de ração e melhorar o ganho de peso em frangos de corte na fase de 2 a 21 dias de idade (CARDOSO JÚNIOR, 2017).

Em relação aos ácidos, os autores Patten e Waldroup (1998) encontraram resultados positivos na inclusão de ácido fumárico em até 1,5% na dieta de frangos de corte, melhorando os índices de ganhos de peso até os 21 dias, assim como, foi encontrado efeitos negativos da ingestão de formiato de cálcio sobre o ganho de peso, sugerindo que essas respostas dependem de alterações no pH intestinal e alterações na microbiota intestinal. Já no estudo de Henrique e colaboradores (1998), demonstraram que a inclusão de 0,5% de ácido fumárico na dieta não foi suficiente para demonstrar efeitos sobre o desempenho e carcaça de frangos de corte. Demonstrando que apenas o resultado do pH reduzido não gera alteração de

desempenho no frango de corte, visto que a ação antimicrobiana ocorre na presença dos ácidos fórmico, acético e láctico (Partanen & Mroz, 1999).

O trabalho de Gomes (2007) avaliou o uso de ácido fórmico, láctico e sórbico em que melhoraram o peso e conversão alimentar em suínos, mas apenas a suplementação com ácido acético ou propiônico gerou pouco ou nenhum resultado, demonstrando que o melhor ácido a ser fornecido seria o sórbico, o qual está presente na formulação do aditivo utilizado na pesquisa. O mesmo autor avaliou a adição de ácido fumárico, ácido cítrico e málico e também obteve resultados positivos nos índices zootécnicos de ganho de peso e conversão alimentar.

Tabela 5 - Biometria do intestino delgado (metros)

TRATAMENTO	COMPRIMENTO DE INTESTINO (M)
CONTROLE	2.12
0.5	1.92
1	1.95
1.5	1.85
CV, %	7.12
EFEITO	Q

Fonte: Elaborado pelo autor

Até 2% de inclusão de ácido fumárico na dieta de frango de corte não protegeu da colonização cecal ou contaminação das carcaças frente a um desafio com *Salmonella typhimurium*. O mesmo resultado foi encontrado com a inclusão de 1% de ácido cítrico na dieta, em que, não ofereceu proteção para colonização dos cecos e contaminação das carcaças com *Salmonella typhimurium* (WALDROUP, et al., 1995). Em suínos, a inclusão de ácido fórmico aumentou a eficiência da fitase na absorção do fósforo (Blank et al. 2012). Em peixes da espécie *Labeo rohita* (Hamilton), a inclusão de ácido cítrico em concentrações de 3% melhorou o ganho de peso, conversão e retenção de N e P, além de aumentar, sob inclusão de 1 a 3%, a disponibilidade de minerais (BARUAH et al, 2006, 2007).

Inclusões de ácido butírico livre e microencapsulado na dieta de frangos de corte, demonstraram melhores resultados sendo oferecidos na forma livre, em que,

apresentaram maior largura do ápice da vilosidade que aves que o receberam na forma microencapsulada (VENTURA, 2019).

Os benefícios da inclusão dos ácidos em relação a índices zootécnicos podem variar de acordo com os vários tipos de ácidos presentes nas misturas e das doses usadas, sendo desafiador as comparações entre os resultados de trabalhos com misturas de ácidos sem levar em conta essas diferenças. No entanto, mais e mais trabalhos com acidificantes estão aparecendo na literatura, permitindo comparações sobre os conceitos de uso desses produtos (VIOLA e VIEIRA, 2007).

Ligado a isso, mais benefícios foram observados no desenvolvimento das aves, destacando-se a importância da digestibilidade dos nutrientes, que desempenha um papel crucial no processo avícola, pois para que os alimentos sejam corretamente processados, os nutrientes precisam ser quebrados em formas simples, facilitando sua absorção (ALMEIDA, 2017), garantindo maior eficiência no uso dos nutrientes pela ave, promovendo melhor desempenho zootécnico.

Houshmand et al. (2011), ao testar diferentes aditivos, observaram uma melhora no coeficiente de digestibilidade da proteína bruta em frangos de corte que foram suplementados com uma mistura de ácidos orgânicos (fórmico, cítrico, málico, láctico, tartárico e ortofosfórico) e prebióticos, em comparação ao grupo controle negativo. Esses resultados indicam que a combinação de ácidos orgânicos e prebióticos pode favorecer a digestão e a absorção de proteínas, contribuindo para um melhor desempenho dos frangos de corte.

De acordo com a Tabela 06, não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados, ao contrário do que foi observado por Hernández et al. (2004), que, ao adicionar extratos vegetais à dieta de frangos de corte, observou diferenças significativas nas fases iniciais e finais da produção devido ao aumento da digestão da MS em comparação com a ração controle. García et al. (2007) encontraram resultados semelhantes em relação à melhora da digestão da MS e da PB com a suplementação de mistura de sálvia, tomilho e alecrim ou produto a base de capsaicina, cinamaldeído e carvacrol, demonstrando resultados semelhantes à ração contendo antibióticos e significativamente superior à ração controle (GARCÍA et al., 2007).

Tabela 6 – Digestibilidade

TRAT	CDMS (%)	CDN (%)	CDEE (%)	CDEB (%)	EMA (Kcal/kg MS)	EMAn (kcal/kg MS)
CONTROLE	67.12	57.21	93.18	79.23	3012	2947
0.5	66.28	56.14	92.17	75.14	3015	2890
1	67.01	56.39	92.87	76.14	3010	2945
1.5	66.78	57.18	93.28	78.38	3030	2989
CV, %	8.36	7.13	8.19	9.01	5.12	10.01
EFEITO	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Legenda: CDMS: Coeficiente de digestibilidade da Matéria Seca; CDN: Coeficiente de digestibilidade do Nitrogênio; CDEE: Coeficiente de digestibilidade do Extrato Etéreo; CDEB: Coeficiente de digestibilidade da Energia Bruta; EMA: Energia metabolizável aparente; EMAn: Energia metabolizável corrigida. Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com o estudo de Ghazalah et al. (2011), a suplementação com diferentes níveis de ácidos orgânicos, como ácido fórmico, ácido fumárico, ácido acético e ácido cítrico, influenciaram positivamente na digestibilidade de nutrientes nas aves. Sendo o ácido fórmico, fumárico e cítrico indicando melhoras no coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, enquanto os ácidos fumárico, acético e cítrico aumentaram a digestibilidade do extrato etéreo e elevaram os níveis de energia metabolizável. Já em suínos em fase de crescimento, houve interações significativas em relação a digestibilidade aparente da matéria bruta quando incluído o ácido butírico na dieta (MACHINSKY et al., 2010). Com a inclusão de ácido láctico, ácido fórmico e ácido cítrico na alimentação de leitões com dietas complexas e altamente digestíveis, não se pode observar efeitos positivos na digestibilidade.

Outro ponto importante para melhorar a digestibilidade intestinal é a inclusão de extratos vegetais na dieta, em que resulta em um aumento na produção de pepsina e ácido gástrico pelo organismo, além de diminuir o pH estomacal e do intestino delgado, estimulando a secreção pancreática. Além disso, a digestibilidade dos nutrientes melhora por meio da produção de saliva e sucos gástricos e pancreáticos (MELLOR, 2000), o que justifica a melhora na digestibilidade da matéria seca (BORSATTI, et al. 2016).

Estudos de Oetting e colaboradores (2006), comprovam que a associação de óleos essenciais como de cravo, tomilho e orégano promovem resultados satisfatórios em relação à melhora no aproveitamento de nutrientes. Tal melhora é atribuída pelo sinergismo dos componentes dos óleos essenciais (LANGHOUT, 2005).

4.4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo permitem afirmar que, nas condições experimentais utilizadas, a adição de ácidos orgânicos livres e micorencapsulados associadas com óleos essenciais na dieta de poedeiras apresentou efeito positivo em relação a sujidade dos ovos, provavelmente irá contribuir para o aumento do tempo de prateleira e vida útil dos ovos no mercado.

Em contrapartida, não houveram alterações significativas das profundidades das criptas intestinais, peso dos ovos e qualidades internas avaliadas pelos diferentes tratamentos em relação ao resultado constatado no tratamento controle, assim como, resultados significativos em relação a digestibilidade.

4.5 REFERÊNCIAS

ADIL, S. et al. Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, intestinal histomorphology, and serum biochemistry of broiler chicken. **Veterinary Medicine International**, 1-11: 2010.

ADIL, S. et al. Response of broiler chicken to dietary supplementation of organic acids. **Journal of Central European Agriculture**, 12 (3): 498-508, 2011.

ALMEIDA, M. **Efeito da utilização de ácidos orgânicos sobre o desempenho, qualidade de carne e no controle de infecção de *Salmonella Enteritidis* em Frangos de Corte**. Universidade Estadual de Londrina. 2017. Disponível em: <<https://repositorio.uel.br/srv-c0003-s01/api/core/bitstreams/7a3fcba8-8838-4a30-bfe0-ef8d44c510e9/content>>. Acesso em: 01 set. 2024.

ARRUDA, A. M. V.; FERNANDES, R. T. V.; SILVA, J. M.; LOPES, D. C. Avaliação morfofisiológica da mucosa intestinal de coelhos alimentados com diferentes níveis e fontes de fibra. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 2, p. 01-11, 2018.

BARUAH, K. et al. Dietary protein level, microbial phytase, citric acid and their interactions on bone mineralization of *Labeo rohita* (Hamilton) juveniles. **Aquaculture Research**, 36: 808-812, 2005.

BARUAH, K. et al. S. Interactions of dietary microbial phytase, citric acid and crude protein level on mineral utilization by Rihu, *Labeo rohita* (Hamilton), Juveniles. **Journal of the World Aquaculture Society**, 38(2): 238-249, 2007.

BLANK, R. et al. Effects of formic and phytase supplementation on digestibility and use of phosphorus and zinc in growing pigs. **Journal of Animal Science**, 90(4): 212-214, 2012.

BONATO, M. A.; SAKOMURA, N. K.; PIVA, G. H., et al. Efeito de acidificantes e extratos vegetais sobre o desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais. **ARS Veterinaria**, v. 24, n.3, 186-192, 2008. Disponível em: <<https://arsveterinaria.org.br/index.php/ars/article/view/198/161>>. Acesso em 13 jul 2024.

BORSATTI, L.; NUNES, R. V.; SCHONE, R. A., et al. Nutrient digestibility in diets for broilers supplemented with growth promoters. **Bras. Med. Vet. Zootec.** 68 (1), 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1678-4162-8033>>. Acesso em: 02 set. 2024.

BRUGALLI, I. Alimentação alternativa: a utilização de fitoterápicos ou nutracêuticos como moduladores da imunidade e desempenho animal. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS**, 2003, Campinas. Anais. Campinas:Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p.167-182, 2003.

CALO, J. R. et al. Essential oils as antimicrobials in food systems—A review. **Food Control**, v. 54, p. 111-119, 2015.

CARDOSO JÚNIOR, G. S. **Óleo essencial de *Lippia gracilis shauer* (alecrim da chapada) em dietas de codornas japonesas em crescimento**. Dissertação (Mestrado). São Cristovão, Sergipe, 2017.

CARVALHO, F. B.; STRINGHINI, J. H.; JARDIM FILHO, R. M., et al. Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras de diferentes linhagens e idades. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, p. 25-29, 2007.

CAVALIERE, G. A. **Parâmetros histomorfométricos do intestino delgado em frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes fontes de sorgo e concentrações de tanino**. UFSCAR, 37 f, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/7033/5711.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 09 ago 2024.

CHILANTE, B. C.; KUSSAKAWA, K. C. K.; FLEMMING, J. S. Efeitos da utilização de óleos essenciais na alimentação de aves matrizes pesadas. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.** Curitiba, v. 10, n.4, p. 387-394, 2012.

CHIQUEIRI, J.; SOARES, R.T.R.N.; LYRA, M. S., et al. Ácidos orgânicos na alimentação de leitões desmamados. **Arch. Zootec.** 58 (Supl. 1): 609-612. 2009.

CHOWDHURY, S.; MANDAL, G. P.; PATRA, A. Different essential oils in diets of chickens: Growth performance, nutrient utilization, nitrogen excretion, carcass traits and chemical composition of meat. **Animal Feed Science and Technology**, v. 236, p. 86-97, 2018.

DIAS, G. E. A. **Óleo Essencial de Orégano (*Origanum vulgare L.*) como Aditivo Zootécnico na Ração de Frangos de Corte**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2011.

GAMA, N. M. S. Q.; OLIVEIRA, M. B. C.; SANTIN, E., et al. Ácidos orgânicos em rações de poedeiras comerciais. **Ciência Rural**, 30 (3), 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000300022>>. Acesso em: 08 ago 2024.

GARCIA, D.A.; GOMES, D. E. A avicultura Brasileira e os avanços nutricionais. **Revista Científica Unilago**. v.1, n.1, 2023. Disponível em: <<https://revistas.unilago.edu.br/index.php/revista-cientifica/article/view/167>>. Acesso em: 19 ago 2024.

GARCÍA, V.; CATALÁ-GREGORI, P.; HERNANDEZ, F. et al. Effect of formic acid plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology, and meat yield of broilers. **J. Appl. Poult. Res.**, v.16, p.555-562, 2007.

GHAZALAH, A. A.; ATTA, A. M.; MOUSTAFA, M. E.L; SHATA, R. F. H. Effect of dietary supplementation of organic acids on performance nutrients digestibility and health of broiler chicks. **International Journal of Poultry Science**, v. 10, n.3, p.176-184, 2011.

GÁLFI, P.; BOROKI, J. Feeding trials in pigs with a diet containing sodium n-butyrate. **Acta Veterinaria Hungarica**, v. 38, p. 3–17. 1990.

GOMES, F. E. et al. Ácido fumárico e sua combinação com os ácidos butírico ou fórmico em dietas de leitões recém desmamados. **Arquivos Brasileiros Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 5, p. 1270–1277, 2007.

HASHIMI, S. R.; DAVOODI, H. Phytochemicals as a new class of feed additive in the poultry industry. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 9, n. 19, p. 2295-2304, 2010.

HENRIQUE, A. P. F., FARIA, D. E. **Efeito de ácido orgânico, probiótico e antibiótico sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte**. Botucatu/SP. Anais da XXXV, 1998.

HERNÁNDEZ, F.; MADRID, J.; GARCÍA,V.; ORENGO, J. et al. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. **Poult. Sci.**, v.83, p.169-174, 2004.

HOUSHMAND, M.; AZHAR, K.; ZULFILI, I.; BEJO, M. H.; KAMYAB, A. Effects of nonantibiotic feed additives on performance, nutrient retention, gut pH, and intestinal morphology of broilers fed different levels of energy. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 20, n.2, p. 121-128, 2011.

- KIRUNDA, D. F. K.; MCKEE, S. R. Relating quality characteristics of aged eggs and fresh eggs, to vitelline membrane strength as determined by a texture analyzer. **Poultry Science**, Champagne, v. 79, n. 8, p. 1189-1193, 2000.
- KUSSAWA, K. C. K.; MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C. Combinações de fontes de cálcio da ração de poedeiras na fase final de produção e após muda forçada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n.3, p.572-578, 1998.
- LEESON, S.; NAMKUNG, H.; ANTONGIOVANNI, M. et al. Effect of butiric acid on the performance and carcass yield of broiler chickens. **Poultry Science**, v.84, p.1418-1422. 2005.
- LU, H.; SU, S.; AJUWON, K. M. Butyrate supplementation to gestating sows and piglets induces muscle and adipose tissue oxidative genes and improves growth performance. **Journal of Animal Science**, 90(4): 430-432, 2012.
- MACHINSKY, T. G.; KESSLER, A. M.; RIBEIRO, A. M., et al. Nutrient digestibility and CA and P balance in pigs receiving butyric acid, phytase and different calcium levels. *Ciência Rural*, 40 (11), 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/fN5FKkkrcYtVq3fTWMDh7zr/?lang=pt&format=html#>>. Acesso em: 09 set. 2024.
- MAIORKA, A.; SANTIN, E.; SUGETA, S.M.; ALMEIDA, J.G.; MACARI, M. Utilização de prebióticos, probióticos ou simbióticos em dietas para frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 3, n.1, 2001.
- MELLOR, S. Herbs and spices promote health and growth. **Pig Prog.**, v.16, p.18-21, 2000.
- MIGLIORINI, M. J. **Desempenho, qualidade de ovos e saúde de poedeiras comerciais alimentadas com dieta suplementada com óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare*)**. UDESC, 64 p. 2017. Disponível em: <<https://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/000034/0000349e.pdf>>. Acesso em: 13 jul 2024.
- NETTO L. B, et al. Qualidade e rotulagem de ovos comercializados no município de Valença – RJ. **PUBVET**, v.12, n.9, a173, p.1-9, 2018.
- OETTING, L. L.; UTIYAMA, C. E.; GIANI, P. A., et al. Efeitos de extratos vegetais e antimicrobianos sobre a digestibilidade aparente, o desempenho, a morfometria dos órgãos e a histologia intestinal de leitões recém-desmamados. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.4, p.1389-1397, 2006.
- PARTANEN, K.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition Research Reviews**, v.12, n.1, p.117-145, 1999.
- PATTEN, J. D., WALDROUP, P. W. Use of organic acids in broiler diets. **Poultry Science**, v. 67, p. 1178-1182, 1998.

PENZ, A. M, SILVA, A. B., RODRIGUES, O. Ácidos orgânicos na alimentação de aves. IN: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, 1993, SP. **Anais**. Santos : APINCO, 286p. p.111-119, 1993.

PESSÔA, G. B. S., TAVENARI, F. C., VIEIRA, R. A., ALBINO, L. F. T. Novos conceitos em nutrição de aves. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.13, n.3, p.755-774, 2012.

PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J.; WILLIAMS, I. H. Factor influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. **Livestock Production Science**. v. 52, p 215 - 236, 1997.

ROTH, F. X. **Ácidos orgânicos en nutrición porcina: Eficacia y modo de acción**. XVI Curso de Especialización FEDNA. Institute of Nutrition Sciences Technical University of Munich. 2000.

ROTTER, E. Investir na saúde das aves para melhor qualidade do ovo. **Agrimídia**. Edição 1322, p. 28-30, 2022. Disponível em: <<https://www.agrimidia.com.br/revista/edicao-1322/>>. Acesso em: 08 ago 2024.

SAKATA, T. Stimulatory effect of short-chain fatty acids on epithelial cell proliferation in the rat intestine: a possible explanation for trophic effects of fermentable fiber, gut microbes and luminal trophic factors. **British Journal of Nutrition**, v.58, n.95, p.95-103, 1987.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 165p.

TRAESEL, C. K.; LOPES, S.T.A.; WOLKMER, P. SCHMIDT, C.; SANTURIO, J.M.; ALVES, S.H. Óleos essenciais como substituintes de antibióticos promotores de crescimento em frangos de corte: perfil de soroproteínas e peroxidação lipídica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 278-284, 2011.

VENTURA, G. **Ácido butírico livre e microencapsulado em alternativa aos antibióticos em dietas para frangos de corte desafiados com *Eimeria spp.*** UNESP, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/b903b3aa-db47-41f9-9268-b4eff70ed0fd/content>>. Acesso em: 19 jun 2024.

VILAS BOAS, Andreia D. C et al. Efeito dos ácidos orgânicos sobre a digestibilidade dos nutrientes para leitões desmamados. **Embrapa Suínos e Aves**, 2015. Disponível em: <http://www.abraves2015.com.br/images/abraves/downloads/final_ANAIS%20ABRAVES_Artigos_Cientificos.pdf>. Acesso em: 03 set. 2024.

VIOLA, E. S.; VIEIRA, S. L. Supplementation of organic and inorganic acidifiers in diets for broiler chickens: performance and intestinal morphology. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 36, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1413-7054202145003221>>. Acesso em 27 ago 2024.

WALDROUP, A.; KANIAWATO, S.; MAUROMOUSTAKOS, A. Performance characteristics and microbiological aspects of broiler fed diets supplemented with organic acids. **Journal of Food Protection**, 58: 482-489, 1995.

YAN, J. Y. Effects of slow-release compound acidifiers on gastrointestinal pH and intestinal morphology and function in weaned piglets. 2009. Tese (Doutorado). **Sichuan Agricultural University**, 2009.

ZHANG, W. H. et al. Sodium butyrate maintains growth performance by regulating the immune response in broiler chickens. **British Poultry Science**, 52(3): 292-301, 2011.

4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados alcançados, pode-se concluir que a adição de ácidos orgânicos livres e microencapsulados, juntamente com óleos essenciais na dieta de poedeiras, teve um impacto positivo na redução da sujidade dos ovos, contribuindo para aumentar o tempo de prateleira e a vida útil dos ovos no mercado, porém, devido a restrição de custos, tal alternativa acaba se tornando inviável economicamente. Tais resultados sugerem a necessidade de novos estudos, com um tempo de execução mais longo, para obter conclusões definitivas e melhorias nos resultados observados.