

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

Caroline Mayume Nakassoni de Oliveira

Zootecnista

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DIETÉTICA COM ÓLEOS
ESSENCIAIS E GLICERÍDEOS DE ÁCIDO BUTÍRICO SOBRE
O DESEMPENHO, A BIOQUÍMICA SÉRICA E A QUALIDADE
DE OVOS DE GALINHAS POEDEIRAS**

Dracena

2026

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

Caroline Mayume Nakassoni de Oliveira

Zootecnista

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DIETÉTICA COM ÓLEOS
ESSENCIAIS E GLICERÍDEOS DE ÁCIDO BUTÍRICO SOBRE
O DESEMPENHO, A BIOQUÍMICA SÉRICA E A QUALIDADE
DE OVOS DE GALINHAS POEDEIRAS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Câmpus de Dracena como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

Orientador: Profa. Assoc. Valquíria Cação da Cruz

Dracena

2026

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvida pela Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
Campus de Dracena

O482e

Oliveira, Caroline Mayume Nakassoni de

Efeito da suplementação dietética com óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico sobre o desempenho, a bioquímica sérica e a qualidade de ovos de galinhas poedeiras [recurso eletrônico] / Caroline Mayume Nakassoni de Oliveira. -- Dracena: [s.n.], 2026.

76 f. ; PDF.

Recurso educacional derivado de dissertação em Ciência e Tecnologia Animal - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena. Orientada por Valquíria Cação da Cruz. Área do conhecimento: Produção Animal, 2026.

1. Alimentos - Aditivos. 2. Aves. 3. Desempenho. 4. Óleos essenciais. 5. Ácidos Orgânicos. I. Título.

Bibliotecário Fábio S. Rosas
CRB 8/6665

IMPACTO ESPERADO NA SOCIEDADE

O presente estudo objetiva contribuir para a avicultura de postura por meio da avaliação de aditivos zootécnicos, como óleos essenciais e ácidos orgânicos, visando ao desempenho produtivo, à qualidade dos ovos e ao metabolismo das aves, em consonância com sistemas mais seguros e sustentáveis.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Câmpus de Dracena



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Efeito da suplementação dietética com óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico sobre o desempenho, bioquímica sérica e qualidade de ovos de galinhas poedeiras

AUTORA: CAROLINE MAYUME NAKASSONI DE OLIVEIRA
ORIENTADORA: VALQUÍRIA CAÇÃO DA CRUZ

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciências, pela Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 VALQUÍRIA CAÇÃO DA CRUZ
Data: 24/02/2026 11:24:33-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Assoc. VALQUÍRIA CAÇÃO DA CRUZ (Participação Presencial)
Departamento de Produção Animal / UNESP / Câmpus de Dracena - FCAT

Documento assinado digitalmente
 ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ
Data: 22/02/2026 15:40:29-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Ass. Dr. ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ (Participação Virtual)
Departamento de Biologia e Zootecnia / UNESP / Câmpus de Ilha Solteira - FEIS

Documento assinado digitalmente
 LEONARDO HENRIQUE ZANETTI
Data: 19/02/2026 15:20:34-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. LEONARDO HENRIQUE ZANETTI (Participação Virtual)
Departamento de Ciências Agrárias / Universidade do Oeste Paulista - Unoeste

Dracena, 12 de fevereiro de 2026.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Caroline Mayume Nakassoni de Oliveira, nascida em 13 de julho de 1998, na cidade de Arujá/SP. Graduada em Zootecnia pela Universidade do Oeste Paulista (Unoeste) em 2021. Realizou o seu estágio supervisionado obrigatório na granja de poedeiras comerciais (Granja Acampamento LTDA), em Regente Feijó-SP e atuou como líder do setor de nutrição animal no Projeto Selva Viva (projeto de conservação de animais silvestres), em Taubaté-SP, entre os anos de 2021-2022. Foi auxiliar de laboratório e docência no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal da Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, onde havia estagiado dois anos antes. Durante o mestrado foi bolsista de Treinamento Técnico (nível III) da FAPESP, no período de junho de 2024 a janeiro de 2025, onde contribuiu com as atividades do projeto intitulado “Bioquímica sérica de frangos de corte alimentados com óleos essenciais (cinamaldeído, carvacrol, timol) e ácido butírico”. Possui experiência com análises químicas de alimentos destinados à alimentação animal, rotinas laboratoriais e manejo diário de galinhas poedeiras.

DEDICATÓRIA

Dedico cada dia desse trabalho ao meu pai, Douglas Benedito Ribeiro de Oliveira, que em agosto de 2024 sofreu um grave acidente de trabalho e se encontra na condição de paraplégico; a sua leveza com o acontecimento, o seu amor pela vida e pela nossa família, além da sua fé inabalável, me mantiveram encorajada para a conclusão de mais esse sonho. Todos os dias ele me ensina a ser uma pessoa melhor, com a sua força e determinação.

A minha madrastra, Sirlei Melo Dias de Oliveira, que sempre esteve ao lado do meu pai e, durante essa fase de “tormenta”, pude ter ainda mais certeza sobre o ser humano maravilhoso e iluminado que ela é. A minha admiração não cabe em palavras.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por cada oração atendida, por me confortar nos momentos difíceis (quando era somente Ele e eu), pelos dias em que a dúvida e o medo me cercaram, mas que Ele me sustentou e me guiou no melhor caminho para que eu pudesse concluir com êxito mais essa etapa da minha vida.

A Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – FCAT – UNESP, campus de Dracena, pela excelência do curso e por contribuir com a minha formação. Agradeço também a cada funcionário pela disponibilidade e atenção, em especial à Edna Sayuri Kanno Takaki Lorenzon, da Seção Técnica de Pós-Graduação, que desde o primeiro contato sempre foi muito atenciosa, paciente e disposta a sanar dúvidas, além dos conselhos para a vida pessoal e acadêmica – ela faz total diferença na FCAT!

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de Treinamento Técnico concedida Processo FAPESP nº: **2024/06118-8** e à Coordenadoria de Permanência Estudantil – COPE - UNESP, edital **04/2024**.

A minha orientadora, professora Dra. Valquíria Cação da Cruz, que não mediu esforços para me auxiliar em todas as etapas desse projeto; agradeço por todos os ensinamentos, pelas “broncas” merecidas rsrs, pelas caronas em dias de sol e chuva, pela infinita paciência, pelas conversas e preocupações pessoais, por ter se tornado uma amiga ao longo desse período em que eu fui moldada para hoje me tornar Mestre. A ela, deixo a minha admiração pela profissional/docente e principalmente pessoa que é. Me tornei uma zootecnista e pessoa melhor ao seu lado!

Aos professores Dr. Ricardo da Fonseca e Dr. Gustavo do Valle Polycarpo, pelas excelentes aulas de estatística, pela disponibilidade para comigo (mesmo com as agendas “mega” cheias), pela paciência e pelo incentivo nos momentos de desafio para que eu pudesse compreender os dados que este trabalho gerou. Esse projeto não teria sido o mesmo se eu não tivesse o apoio de vocês.

A Granja Acampamento LTDA, ao proprietário Gilson Yida e sua colaboradora Zootecnista Jane, por terem cedido parte dos ingredientes das dietas das aves e fazerem parte da concretização dessa pesquisa.

A minha ex-supervisora de estágio, Zootecnista Verônica Letícia da Silva, que me ensinou muito sobre avicultura e “fez a ponte” entre os profissionais da área e eu, para que tudo desse certo com o experimento.

A empresa Socel de Bastos-SP, ao proprietário Fábio Arai e seus colaboradores Guilherme Sales e Paulo Ito por terem cruzado o meu caminho e terem me dado todo o suporte que eu precisava para a realização das análises desse projeto. Agradeço pelas caronas, por emprestarem o local na hora dos almoços/café e pela disponibilidade em me receber durante todos os dias que precisei.

A empresa ATM de Bastos-SP e ao André T. Morio (proprietário), por ter cedido o local e o equipamento necessário para a execução das análises de qualidade dos ovos, além de me ensinar a manusear a máquina corretamente.

Às amigas que o mestrado me deu e que se tornaram irmãs em Dracena: Luma de Oliveira Escalante, Ana Camila Franchini, Thaís Cristina Jorge Pádua, Isabel Oliveira, Beatriz Vanni, Vanessa Matsumoto, Andressa Ventura, Miriam Basílio e Taís Belan. A jornada foi mais fácil com a companhia de vocês!

A toda equipe do Laboratório de Nutrição e Saúde de Aves (LANSA), pois esse trabalho somente foi possível com a ajuda diária de cada um. Cada integrante é único e especial para mim; obrigada por todas as risadas e apuros que passamos juntos, em especial ao meu “braço direito”, discente da Zootecnia Manuely Nunes Silvestre, com quem tive o prazer de dividir o dia a dia ao longo do experimento. Pude ter certeza de que o trabalho em equipe faz toda diferença e se torna mais fácil quando os participantes são empenhados e estão em busca do mesmo objetivo.

Aos meus familiares e amigos de longa data, em especial ao meu avô João Kenji Ogasawara, por embarcar comigo em mais esse desafio e nunca soltar a minha mão.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“... E o passado é uma roupa que não nos serve mais.”
(Belchior, 1976).

Comissão de Ética no Uso de Animais

Certificado

Certificamos que a proposta intitulada "Efeito da suplementação dietética com óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico sobre o desempenho, bioquímica sérica e qualidade de ovos de galinhas poedeiras", registrada com o nº **14/2025.R1 – CEUA**, sob a responsabilidade do(a) Prof(a). Dr.(a) Valquíria Cação da Cruz – que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de **pesquisa científica** – encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS – CEUA da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP - Câmpus de Dracena, em **25/09/2025**.

Dracena, 07 de outubro de 2025.



Prof. Dr. Murillo Ceola Stefano Pereira
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

RESUMO

Objetivou-se avaliar a inclusão de óleos essenciais (cinamaldeído, carvacrol e timol) e glicerídeos de ácido butírico sobre o desempenho zootécnico, a qualidade dos ovos e parâmetros bioquímicos séricos de galinhas poedeiras. Para isso, foram utilizadas 96 galinhas *Hy-Line Brown*, com 40 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4×3 (quatro dietas e três ciclos de 28 dias), com seis repetições de quatro aves. As dietas experimentais consistiram em: CN (controle negativo), BZ (bacitracina de zinco), OE (óleos essenciais) e GAB (glicerídeos de ácido butírico). Houve efeito de dieta sobre a massa ($P = 0,011$) e o peso médio dos ovos ($P = 0,030$), com maiores valores para OE e GAB em relação ao controle. Observou-se efeito de ciclo para consumo de ração ($P < 0,001$), produção de ovos ($P = 0,008$) e conversão alimentar ($P < 0,001$), tanto por massa quanto por dúzia de ovos. Verificou-se interação entre dietas e ciclos para índice de gema ($P = 0,012$) e coloração da gema ($P = 0,006$), com desempenho semelhante entre OE e BZ no primeiro ciclo e superioridade dos aditivos, independentemente do tipo, no segundo ciclo. No terceiro ciclo, não houve diferença entre dietas para índice de gema, porém GAB proporcionou maior coloração. Para qualidade dos ovos, houve efeito de dieta apenas para peso de casca ($P = 0,006$), superior nos tratamentos com aditivos. Houve efeito de ciclo para gravidade específica ($P = 0,0001$), altura e índice de albúmen ($P = 0,009$; $P = 0,001$) e resistência à quebra ($P = 0,03$), sem efeito para unidade Haugh e espessura de casca. Não houve diferença entre dietas para colesterol ($P = 0,3153$) e triglicerídeos ($P = 0,3654$), porém os aditivos reduziram a glicemia ($P = 0,0015$). Conclui-se que óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico na dieta de galinhas poedeiras melhoram o desempenho produtivo e a qualidade da casca, além de reduzirem a glicemia, com maior efeito no segundo ciclo de produção.

Palavras-chave: Alimentos - Aditivos. Aves. Desempenho. Óleos essenciais. Ácidos Orgânicos.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the inclusion of essential oils (cinnamaldehyde, carvacrol, and thymol) and butyric acid glycerides on productive performance, egg quality, and serum biochemical parameters of laying hens. A total of 96 Hy-Line Brown hens, 40 weeks of age, were distributed in a completely randomized design in a 4 × 3 factorial arrangement (four diets and three 28-day cycles), with six replicates of four birds each. The experimental diets consisted of: NC (negative control), ZB (zinc bacitracin), EO (essential oils), and BAG (butyric acid glycerides).

A dietary effect was observed for egg mass ($P = 0.011$) and average egg weight ($P = 0.030$), with higher values for EO and BAG compared to the control. A cycle effect was found for feed intake ($P < 0.001$), egg production ($P = 0.008$), and feed conversion ratio ($P < 0.001$), expressed both per egg mass and per dozen eggs. An interaction between diets and cycles was observed for yolk index ($P = 0.012$) and yolk color ($P = 0.006$), with similar performance between EO and ZB in the first cycle and superior performance of additives, regardless of type, in the second cycle. In the third cycle, no differences among diets were observed for yolk index, whereas BAG resulted in higher yolk pigmentation.

Regarding egg quality, a dietary effect was detected only for shell weight ($P = 0.006$), with higher values in additive-supplemented treatments. A cycle effect was observed for specific gravity ($P = 0.0001$), albumen height and index ($P = 0.009$; $P = 0.001$), and eggshell breaking strength ($P = 0.03$), with no effect on Haugh unit and shell thickness. No differences among diets were found for cholesterol ($P = 0.3153$) and triglycerides ($P = 0.3654$); however, additives reduced blood glucose levels ($P = 0.0015$).

It is concluded that the inclusion of essential oils and butyric acid glycerides in diets of laying hens improves productive performance and eggshell quality, in addition to reducing blood glucose levels, with more pronounced effects observed during the second production cycle.

Keywords: Feed additives. Poultry. Performance. Essential oils. Organic acids.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Poedeiras da linhagem <i>Hy-line Brown</i>	32
Figura 2 - Identificação dos tratamentos	33
Figura 3 - Pesagem de ovo	37
Figura 4 - Análise de gravidade específica	38
Figura 5 - Índice de albúmen.....	39
Figura 6 - Cascas na estufa à 105°C	40
Figura 7 - Análise de qualidade na máquina <i>Digital Egg Tester</i>	40
Figura 8 – Eppendorf com o soro separado após a centrifugação	42
Figura 9 - Espectrofotômetro.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição centesimal e valores calculados das dietas experimentais .	34
Tabela 2 - Desempenho de galinhas poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico em substituição ao antibiótico bacitracina de zinco.....	45
Tabela 3 - Qualidade de ovos de galinhas poedeiras alimentadas com óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico em substituição ao antibiótico bacitracina de zinco.....	48
Tabela 4 - Desdobramento da interação das diferentes dietas e ciclos sobre o índice de gema (IG) de ovos de galinhas poedeiras marrons.....	49
Tabela 5 - Desdobramento da interação das diferentes dietas e ciclos sobre a coloração da gema (CG) de ovos de galinhas poedeiras marrons.....	50
Tabela 6 - Níveis séricos de colesterol, triglicerídeos e glicose do plasma sanguíneo de galinhas poedeiras em pico de produção alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais ou glicerídeos de ácido butírico em alternativa à bacitracina de zinco.....	51

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA - Altura de albúmen
AGCC - Ácido Graxo de Cadeia Curta
AMR – Resistência aos antimicrobianos
BZ - Bacitracina de Zinco
CA/DZ - Conversão alimentar por dúzia de ovos
CA/Massa - Conversão alimentar por massa de ovos
CG - Coloração da gema
CN - Controle Negativo
CR - Consumo de ração
DIC - Delineamento Inteiramente Casualizado
EC - Espessura da casca
EFSA - Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos
EPM - Erro padrão da média
FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura
FDA - Food and Drug Administration
GAB - Glicerídeos de Ácido Butírico
GE - Gravidade específica
IA - Índice de albúmen
IG - Índice de gema
MO - Massa de ovos
ODS - Objetivos de desenvolvimento sustentável
OE - Óleo Essencial
OEM - Óleos Essenciais Microencapsulados
OMSA/WOAH - Organização Mundial de Saúde Animal
OMS - Organização Mundial da Saúde
OPAS - Organização PanAmericana da Saúde
P - Probabilidade
PC - Peso da casca
PMO - Peso médio de ovos
PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PO - Produção de ovos
RQ - Resistência à quebra
TGI - Trato Gastrintestinal
UH - Unidade Haugh

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	19
2.1 Objetivo Geral.....	19
2.1 Objetivos Específicos	19
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
3.1 Antimicrobianos na Avicultura de Postura	20
3.2 Óleos Essenciais em Galinhas Poedeiras.....	23
3.3 Ácido Butírico em Galinhas Poedeiras	27
3.4 Bioquímica Sérica em Galinhas Poedeiras.....	29
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
4.1 Declaração de Ética.....	32
4.1.1 Instalação, animais e delineamento experimental.....	32
4.2 Características Avaliadas	35
4.2.1 Desempenho produtivo das aves	35
4.2.2 Qualidade de ovos	38
4.2.3 Bioquímica sérica (triglicerídeos, colesterol e glicose no plasma)	41
4.3 Análise Estatística	43
5 RESULTADOS	44
6 DISCUSSÃO	51
7 CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

O setor de avicultura de postura tem progredido em função dos avanços tecnológicos e automação na cadeia produtiva animal. Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal - ABPA (2025). O Brasil atingiu um marco na produção de ovos de 57,6 bilhões de unidades, ficando em 5ª posição como maior produtor mundial. Com o crescimento populacional e maior procura por proteína de custo acessível, o consumo per capita de ovos alavancou para 269 unidades/habitantes. É esperado que a produção avícola expanda devido à sua versatilidade e rapidez na produção e, com isso, aumenta a preocupação dos consumidores quanto a origem e a qualidade dos alimentos.

O uso de antibióticos melhoradores de desempenho na alimentação animal, durante longos períodos, possibilitou resultados satisfatórios em termos de produção animal, além da diminuição na taxa de mortalidade (Migliorini *et al.*, 2019). Entretanto, em 2006 a União Europeia proibiu sua utilização. Essa restrição deu-se devido à possíveis resistências bacterianas que estas substâncias poderiam ocasionar, tanto para o meio ambiente quanto para a saúde da população (Soltan; Shewita; El-katcha, 2008; Gržinić *et al.*, 2023). Desde então, estudos voltados à possíveis alternativas têm surgido e, entre os aditivos, destacam-se os óleos essenciais e os ácidos orgânicos.

Os aditivos fitogênicos são substâncias naturais que atuam na redução de proliferação de microrganismos infecciosos, contribuem no tratamento e/ou com a prevenção de enfermidades e são considerado produtos terapêuticos e profiláticos. As plantas produzem metabólitos que apresentam propriedades bactericidas e, os óleos essenciais provenientes delas, são possíveis alternativas aos antibióticos, já que seus mecanismos de ação são semelhantes (Freitas *et al.*, 2001; Wallace, 2004; Zhang *et al.*, 2025). Os óleos essenciais revelam atividade antioxidante no organismo de diferentes espécies, possuem propriedades que melhoram a saúde animal, bem como auxiliam na função ovariana e formação da casca do ovo (Mantzios *et al.*, 2024; Elbaz *et al.*, 2025).

Por sua vez, os ácidos orgânicos geram impacto positivo na saúde, desempenho e qualidade de ovos de galinhas, podendo ser outra alternativa aos antimicrobianos. São capazes de melhorar a palatabilidade da ração, ativam enzimas digestivas e diminuem o risco de desenvolvimento de patologias (Suntres;

Coccimiglio; Alipour, 2015; Elnaggar; El-Maaty, 2017; El-Saadony *et al.*, 2022; Gerzilov; Hristakieva, 2025; Saleeva *et al.*, 2025).

A nutrição exerce um papel fundamental na manutenção do equilíbrio metabólico e fisiológico dos animais. Em galinhas destinadas à postura, principalmente nas fases de maior desafio produtivo, como o período de pico e pós-pico de produção, é interessante avaliar os parâmetros bioquímicos sanguíneos, como glicose, triglicerídeos e colesterol pois, dessa forma, o estado metabólico das aves é investigado, podendo revelar alterações na utilização energética, no metabolismo lipídico e na função hepática. Nesse sentido, avaliar diferentes aditivos alimentares capazes de alterar tais parâmetros têm recebido atenção gradual nas pesquisas focadas em nutrição avícola (Schmidt *et al.*, 2007; Zhou *et al.*, 2025; Xia *et al.*, 2025).

Diante do exposto, é fundamental buscar alternativas que possam impulsionar com a avicultura de postura. Assim, este estudo buscou compreender os efeitos do óleo essencial da canela (cinamaldeído), orégano (carvacrol) e tomilho (timol), além dos glicerídeos de ácido butírico, isolados e/ou associados, e suplementados na dieta de galinhas poedeiras sobre o desempenho, a qualidade de ovos e bioquímica sérica.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a inclusão de óleos essenciais (cinamaldeído, carvacrol, timol) e glicerídeos de ácido butírico sobre o desempenho zootécnico, a qualidade de ovos e bioquímica sérica de galinhas poedeiras.

2.1 Objetivos Específicos

Avaliar as características quantitativas:

- Consumo de ração (g/ave/dia);
- Peso médio dos ovos (g);
- Produção de ovos (% ovos/aves/dia);
- Massa de ovos (g/ave/dia);
- Conversão alimentar por massa de ovos (kg ração/kg de ovos);
- Conversão alimentar por dúzia de ovos (kg de ração/dz de ovos).

Avaliar as características qualitativas dos ovos:

- Gravidade específica;
- Altura do albúmen;
- Índice de albúmen;
- Índice de gema;
- Peso e espessura de casca;
- unidade Haugh;
- Resistência à quebra;
- Coloração de gema.

Determinar:

- Níveis glicêmicos no plasma de galinhas poedeiras marrons às 52 semanas de idade;
- Concentrações lipídicas de colesterol e triglicerídeos no soro de galinhas poedeiras marrons às 52 semanas de idade.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Antimicrobianos na Avicultura de Postura

A utilização de antimicrobianos tem como principal foco prevenir, tratar doenças e auxiliar no combate às infecções causadas por bactérias. São compostos que atuam inibindo a multiplicação dos microrganismos maléficos e/ou causando sua morte. Entretanto, nas últimas décadas, o frequente e abundante uso dessas substâncias alinhado com a alta demanda por alimentos de origem animal exacerbou uma crise global de resistência bacteriana para humanos, tornando-o um tema preocupante para a saúde pública (Spinosa; Gorniak; Bernardi, 2011; Tong *et al.*, 2025).

Desde 2010, existe uma Aliança Tripartite, composta pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), Organização Mundial de Saúde Animal (OMSA) e Organização PanAmericana da Saúde (OPAS), que trabalha no combate à resistência aos antimicrobianos ou “AMR”, uma vez que é considerada uma grande ameaça para a saúde pública (Brasil, 2022a). Algumas bactérias resistentes aos antibióticos podem ser encontradas em pessoas, animais, alimentos e no meio ambiente, como a água, o solo e o ar, o que dificulta o tratamento e pode provocar infecções graves (Brasil, 2022b).

Existe o chamado “quadro estratégico” da FAO que está implementado desde 2022, se estendendo até 2031, estando dividido em quatro pilares: melhor produção, melhor nutrição, melhor meio ambiente e melhor vida, reforçando a necessidade de transformação do cenário agroalimentar global, tornando-o mais sustentável e capaz de atingir os objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) (Food And Agriculture Organization Of The United Nations - FAO, 2024).

O uso de antibióticos na indústria avícola revolucionou os ganhos terapêuticos e econômicos ao melhorar a saúde das aves e a produção com baixo custo. Alguns utilizados para prevenção de doenças e como melhorador de desempenho em aves incluem glicolipídios (bambermicina), polipeptídeos (bacitracina), ionóforos (salinomicina), estreptogramina (virginiamicina) e ortosomicina (avilamicina) (Mak *et al.*, 2022). Antibióticos típicos, como avilamicina e bacitracina metileno dissalicilato, são utilizados na prevenção de enterite necrótica em aves. Cada classe de antibiótico tem um mecanismo de ação, razão pela qual as espécies microbianas desenvolvem mecanismos de defesa específicos para cada grupo de antimicrobianos (Burch, 2012).

Uma análise feita pela Organização Mundial da Saúde Animal (OMSA), referente ao ano de 2016, revelou que o consumo global de antimicrobianos em animais totalizou 92.269 toneladas, resultando em uma média de 144,39 mg/kg. Dentre os antimicrobianos, a tetraciclina se destacou como o mais utilizado, representando 35,3% do total. As penicilinas ocuparam a segunda posição com 16,4%, seguidas pelos macrolídeos com 10,9% e pelos polipeptídeos, que corresponderam a 10,5% do consumo total (Van Boeckel *et al.*, 2015; Brasil, 2022a). Dentro da classe de polipeptídeos encontra-se a bacitracina, que é utilizada no tratamento da enterite necrótica em aves sendo considerada um aditivo melhorador de desempenho.

Há relatos de resistência antimicrobiana identificadas a partir de bactérias isoladas individualmente, incluindo *E. coli*, *Salmonella* e *Campylobacter*, encontradas nas fezes de galinhas poedeiras, representando sérios riscos para o meio ambiente, incluindo solos e águas, já que os esterco são muito utilizados e espalhados em campos agrícolas como fertilizantes, impactando negativamente na saúde humana e animal quando contaminados (Food And Agriculture Organization Of The United Nations – FAO, 2024; Ghaffar *et al.*, 2025).

Atualmente, grande parte das notícias são propagadas pela internet. O webinar “compreendendo os princípios básicos da resistência antimicrobiana (RAM) ambiental para ações nacionais” pertence a “série de webinars sobre resistência antimicrobiana no meio ambiente”, criada pela parceria entre a FAO, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), Organização Mundial da Saúde (OMS) e Organização Mundial de Saúde Animal (OMSA/WOAH), visando abordar as ameaças à saúde na relação humano-animal-planta-meio ambiente, com o objetivo de promover saúde e desenvolvimento sustentável. O projeto promove a conscientização e ações sobre RAM no ambiente em nível nacional, com a finalidade de reduzir os riscos da poluição provenientes da produção humana, animal e vegetal, por meio do tratamento e reuso de águas residuais denominado *Agriwash* (ferramenta para avaliar a implementação da prevenção e controle de infecções, incluindo gestão de água, higiene e saneamento) (Food And Agriculture Organization of The United Nations - FAO, 2026).

A aplicabilidade de antibióticos a longo prazo na suplementação das dietas das aves é preocupante devido ao surgimento e disseminação de cepas bacterianas resistentes, além de resíduos serem encontrados em diferentes produtos, fazendo

com que haja cada vez mais restrição desse aditivo. Decorrente disso, doenças intestinais causadas por patógenos intestinais, como *Escherichia coli* patogênica, *Clostridium perfringens*, *Salmonella*, *Campylobacter spp.*, *Enterococcus*, entre outros, não desapareceram com a redução ou proibição dos antimicrobianos, havendo necessidade de buscar alternativas (Huang *et al.*, 2024; Moreira *et al.*, 2025; Nawrot *et al.*, 2025).

Segundo El-Hack *et al.* (2022), alternativas naturais, como probióticos, prebióticos, simbióticos, ácidos orgânicos, enzimas, imunoestimulantes e fitogênicos, incluindo ervas, botânicos, óleos essenciais e oleorresinas, são os aditivos mais comuns utilizados na indústria avícola, após a proibição dos antibióticos. Eles podem ser facilmente misturados com outros ingredientes, não têm resíduos de tecido, melhoram o consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, imunidade, digestão, e aumentam a disponibilidade de nutrientes. São capazes de gerar efeitos alternativos, já que não afetam as características da carcaça, reduzem o uso de antimicrobianos, atuam como antioxidantes, anti-inflamatórios, competem por fatores de estresse e fornecem produtos orgânicos saudáveis para o consumo humano.

Estudos recomendam a utilização de óleos essenciais e ácido butírico como alternativas de grande potencial para substituir a bacitracina, com intenção de melhorar a qualidade dos ovos e o desempenho zootécnico dos animais (Ramirez; Peñuela-Sierra; Ospina, 2021; Silva *et al.*, 2022; Barbosa *et al.*, 2024).

3.2 Óleos Essenciais em Galinhas Poedeiras

Especiarias e ervas estão entre as fontes mais abundantes de antioxidantes naturais, sendo utilizados como aromatizantes na preparação de alimentos, buscando aumentar a palatabilidade. As especiarias são incluídas aos produtos alimentícios na forma de óleos essenciais e diferentes extratos, possuindo efeito antimicrobiano (Mitsch *et al.*, 2004; Santurio *et al.*, 2007), antioxidante (Racanicci *et al.*, 2004; Racanicci; Danielsen; Skibsted, 2008; Iraqi *et al.* 2025) e digestivo (Kamel, 2000; Mellor, 2000) o que os caracterizam como potenciais substitutos dos antibióticos melhoradores de desempenho (Rizzo *et al.*, 2010).

Os OE são uma combinação de inúmeros compostos de origem fitoterápica, podendo ser utilizados na alimentação animal com a finalidade de promover melhorias no desempenho produtivo, atuando como agentes estimulantes do sistema imunológico ao longo de processos inflamatórios agudos ou crônicos. Esses líquidos aromáticos são retirados de produtos vegetais, como: sementes, folhas, botões, raízes, frutos, cascas e flores, com função de autodefesa e são fundamentais para sua sobrevivência e eficazes para reduzir a contaminação microbiana das cascas dos ovos (Silva, 2012; Iraqi *et al.*, 2025).

No Brasil, as plantas estudadas com o objetivo de extração de seus óleos essenciais (OE) são: o orégano, a pimenta, o tomilho, a canela, o cravo da Índia, entre outros. Diferentes pesquisas na área da avicultura de corte e postura comprovam a eficácia dos óleos essenciais na saúde e produtividade animal, sendo esta atribuída às suas propriedades anti-inflamatórias, anti-helmínticas, antimicrobianas, antioxidantes, estimulantes de secreções digestivas e modulação imunológica (Rizzo *et al.*, 2010; Migliorini *et al.*, 2019; Ghanima *et al.*, 2020). Vale salientar que a resposta dos óleos essenciais como aditivos adicionados às rações - dependerá do nível de inclusão, da composição e da combinação dos seus compostos (Zhang *et al.*, 2025).

Galinhas poedeiras criadas em granjas comerciais sofrem fatores de estresse, tanto fisiológicos (devido à alta taxa de produção e envelhecimento) quanto ambientais (por calor ou frio). Alguns estudos propõem o uso de óleos essenciais para melhorar o estado oxidativo no sangue; a saúde do epitélio intestinal; a qualidade dos ovos; o aumento da secreção de enzimas digestivas (quimotripsina, lipase e α -amilase) e a digestibilidade de nutrientes (Bozkurt *et al.*, 2016; Ding *et al.*, 2017; He *et al.*, 2017; Surai, 2020; Feng *et al.*, 2021; Xiao *et al.*, 2022; Rodjan *et al.*, 2022; Arslan *et al.*, 2022; Orzuna; Bueno, 2023). Somado a isso, os aditivos fitogênicos podem ser

atribuídos à dieta das aves para a produção de ovos com baixo teor de colesterol, já que podem modificar o seu metabolismo lipídico (Biswas e Kim, 2025).

Ao redor do mundo, os princípios ativos mais buscados para uso na nutrição animal são: carvacrol, capsaicina, timol, cineol, cinamaldeído, eugenol, limoneno, cúrcuma, mentol e alicina (Rafael, 2015). A canela contém componentes naturais antimicrobianos e anti-inflamatórios, como óleos voláteis, flavonoides, curcuminoides, cumarinas, taninos, alcaloides, xantonas, terpenoides, compostos fenólicos e outros componentes em quantidades significativas, tendo como principais compostos bioativos o cinamaldeído (quase 90%), o cinamato e o ácido cinâmico, todos desempenhando papéis vitais em diversas atividades biológicas, antioxidantes, hipocolesterolêmicas e analgésicas (Rao e Gan, 2014; Namazi *et al.*, 2019; Ali *et al.*, 2021; Slimen *et al.*, 2025). Foi constatado que o cinamaldeído reduz significativamente os níveis de glicose plasmática, além de afetar o metabolismo celular da glicose e ter importantes propriedades anti-adesivas contra *E. coli* (Babu; Prabuseenivasan; Ignacimuthu, 2007; Ping; Zhang; Ren, 2010; Cimrin, 2019, Casalino *et al.*, 2023). Embora ainda existam poucos estudos sobre o uso do OE de canela na alimentação de galinhas poedeiras, o cinamaldeído é bastante utilizado em farmacologia, incluindo compostos terpenóides ou fenólicos com ação antimicrobiana contra *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*, dentre outros, além de atuar como antioxidante e no combate a fungos (Figueiredo *et al.*, 2017).

O carvacrol (C₁₀H₁₄O), ou 5-isopropil-2-metilfenol é um fenol monoterpênóide oxigenado encontrado na fração de óleo essencial de algumas plantas medicinais e aromáticas, como *Origanum vulgare*, *Origanum dictamnus*, *Origanum microphyllum*, *Origanum onites*, *Origanum scabrum*, *Thymus vulgaris*, *Thymus capitatus*, *Corido thymus*, *Thymus glandulosus*, *Nigella sativa* e *Lepidium flavum* (Marinelli; Stefano e Cacciatore, 2018; Gholami-Ahangaran *et al.*, 2022). Foi aprovado pela FDA (Food And Drug Administration) para uso alimentar, sendo reconhecido pelo Conselho da Europa como um aromatizante químico da categoria B (De Vincenzi *et al.*, 2004) e autorizado pelo Painel da EFSA (Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos) sobre “Aditivos e Produtos ou Substâncias Utilizadas na Alimentação Animal” a ser suplementado para todas as espécies de aves como um aditivo alimentar seguro (EFSA *et al.*, 2022). Além disso, alguns autores concordam que o carvacrol apresenta

uma ampla variedade de atividades biológicas, como anti-cancerígena (Elbe *et al.*, 2020; Imran *et al.*, 2022) e imunomoduladora (Imran *et al.*, 2022).

Nas plantas, a via biossintética do carvacrol depende do γ -terpineno, que é oxidado por monooxigenases do citocromo P450 a um intermediário instável, o cicloexadienol. Esse último é desidrogenado por uma desidrogenase/redutase de cadeia curta para produzir sua cetona correspondente, depois convertida em carvacrol (Hao *et al.*, 2022).

O p-cimeno e o γ -terpineno são monoterpenos naturais encontrados com abundância nos óleos essenciais do tomilho e do orégano, servindo como precursores do timol. Diversos estudos indicam que esses terpenos possuem propriedades antimicrobianas e antioxidantes, resultando em melhorias na saúde intestinal das galinhas, o que afeta positivamente o bem-estar e desempenho geral desses animais (Mantzios *et al.*, 2024).

Tanto o carvacrol quanto o timol são conhecidos por protegerem as microvilosidades intestinais, promover absorção eficiente de nutrientes e estimular a secreção de enzimas digestivas. Alguns estudos indicam, ainda, que estes são capazes de melhorar os níveis séricos de cálcio e fósforo em galinhas poedeiras, refletindo em melhora no desempenho e na produção de ovos (Lee *et al.*, 2003; Hippenstiel *et al.*, 2011; Abdel-Wareth *et al.*, 2025). O timol já demonstrou que é capaz de estimular o apetite das aves, influenciar os constituintes sanguíneos, eliminar radicais livres e modular as vias de estresse oxidativo (Hashemipour *et al.*, 2013; Abdel-Wareth *et al.*, 2025).

A suplementação de dietas de galinhas poedeiras com OEs de tomilho, sálvia e alecrim (Bölükbaşı *et al.*, 2008) e uma mistura de seis óleos essenciais: orégano, folha de louro, folha de sálvia, folha de murta, sementes de erva-doce e casca de frutas cítricas (Çabuk *et al.*, 2006) demonstraram melhorias no desempenho, na qualidade externa dos ovos e na resposta imunológica. Por outro lado, Ding *et al.* (2017) não encontraram respostas positivas no desempenho e na composição de ácidos graxos da gema dos ovos ao incluírem: 13,5% de timol e 4,5% de cinamaldeído nas rações, com aumentos expressivos observados apenas na espessura da casca e na digestibilidade da proteína. Óleos essenciais de timol, carvacrol e cinamaldeído têm provocado efeitos benéficos na taxa de postura (Bozkurt *et al.*, 2012b; Ding *et al.*, 2017; Zhao *et al.*, 2021), além de promover aumento no consumo de ração pelo realce no sabor da dieta (Wang *et al.*, 2022).

A maneira como os óleos essenciais atuam *in vivo* no combate à redução de patógenos colonizadores principalmente dos cecos da galinha, ainda não é totalmente conhecida. Diferentes efeitos na microbiota e parede intestinal de aves tem sido associado ao cinamaldeído, seja em sua forma pura ou em mistura de óleos essenciais (Verlinden *et al.*, 2013).

Arpásová *et al.* (2014) comprovaram em sua pesquisa que o óleo essencial de orégano na dieta de galinhas poedeiras aumentou a produção de ovos. Dois componentes relevantes são encontrados no óleo essencial de orégano: o carvacrol e o timol, que agem na membrana celular da bactéria impedindo sua divisão mitótica, o que causa desidratação nas células, impedindo a sobrevivência de bactérias patogênicas no meio intestinal (Zeng *et al.*, 2015).

He *et al.* (2017) incluíram óleo essencial de orégano na alimentação de poedeiras e alcançaram resultados satisfatórios em relação ao peso médio dos ovos e eficiência alimentar. A quantidade de *Bifidobacterium* e *Lactobacillus* intestinais aumentaram e o número de *Escherichia coli* e *Salmonella* intestinais diminuíram, o que pode ser explicado pela relação direta dos OE com a grande capacidade de absorção do intestino de galinhas poedeiras (Song *et al.*, 2025).

Martins (2020) utilizou uma combinação de óleo essencial de tomilho e cravo da Índia na dieta de poedeiras *Lohmann Brown*, resultando na melhoria de variáveis como: peso do ovo, unidade Haugh e coloração da gema, resultados semelhantes ao de (Hassanpour *et al.*, 2025) que indicam o uso do óleo essencial de tomilho para aumentar a coloração da gema.

A inclusão de óleo essencial de camomila na dieta de aves proporcionou aumento na eclodibilidade e fertilidade, além de melhora na conversão alimentar, qualidade, massa e produção de ovos, com fortalecimento do estado imunológico do animal. Esse efeito positivo do óleo pode ser atribuído à diversos fatores, como o incremento na ingestão de ração, melhora na absorção e digestibilidade de nutrientes (Ezeldien *et al.*, 2023; Mohamed *et al.*, 2024).

Xu *et al.* (2024) avaliaram a suplementação de dietas com diferentes níveis de óleos essenciais microencapsulados (OEM): cinamaldeído, eucaliptol, mentol, carvacrol, timol, óleo de mamona e alguns outros compostos, como propileno glicol e ácido cítrico e observaram aumento na produção de ovos com melhora na conversão alimentar de galinhas poedeiras.

3.3 Ácido Butírico em Galinhas Poedeiras

O ácido butírico é um ácido graxo de cadeia curta (AGCC), produzido em quantidades milimolares no trato gastrointestinal (TGI) de seres humanos e animais, em locais onde predomina a microbiota estritamente anaeróbica, ou seja, sem a presença de oxigênio (Ricke *et al.*, 2003). Nas aves esse local é o ceco, sendo este o principal sítio de fermentação microbiana de amido não absorvido (Liu *et al.*, 2017), polissacarídeos não amiláceos (Levy *et al.*, 2015) e proteínas (Kulshreshtha *et al.*, 2014). É amplamente pesquisado ao redor do mundo, pois é considerado um poderoso aditivo alimentar para aves, devido à sua alta eficiência, trazendo consigo a proposta de melhorar a conversão alimentar, a saúde intestinal, absorção de nutrientes e desempenho do crescimento (Deepa *et al.*, 2018; Imran *et al.*, 2018; Zhan *et al.*; 2019; Tüzün *et al.*, 2025).

O butirato de sódio funciona como ácido butírico no ambiente ácido do trato digestivo proximal das aves (Ahsan *et al.*, 2016) e consegue agir de forma positiva na capacidade anti-inflamatória de galinhas poedeiras, pois é capaz de ativar as células T reguladoras no cólon, auxiliando também na resposta alérgica (Jiang *et al.*, 2015; Ismael *et al.*, 2025). Pode ser utilizado na dieta de diferentes espécies animais como um produto alternativo aos antibióticos melhoradores de desempenho. Exercem efeito positivo na saúde intestinal devido ao fornecimento de fontes de carbono para o desenvolvimento das vilosidades, promovendo o crescimento de bactérias benéficas e reduzindo as patogênicas pela queda do pH. Empregar o ácido na dieta também favorece a morfologia intestinal, permitindo maior absorção de nutrientes, o que impacta diretamente no desempenho das aves, melhorando a produção, qualidade dos ovos e, em alguns casos, diminui o índice de diarreia nos animais (Soltan, 2008; Adil *et al.*, 2011; Qaisrani *et al.*, 2015; Liu *et al.*, 2017; Elnesr *et al.*, 2019; Maty e Hassan, 2020; El-saadony *et al.*, 2022; Abranches *et al.*, 2025).

Basicamente, o ácido butírico pode ser transformado em três tecnologias que facilitam seu uso via ração. Os sais de ácidos (butirato de cálcio ou sódio) são a ligação de íons de metais no lugar do hidrogênio. Isso faz com que a molécula perca a capacidade de acidificação, reduz o odor e deixa o produto mais estável. Estes mesmos sais do ácido butírico podem ser encapsulados por gordura, o que reduz ainda mais o cheiro e traz uma capacidade de melhor distribuição do ácido butírico no

intestino, uma vez que este pode ser altamente absorvido no estômago e no duodeno. A terceira forma e mais recente aplicação é a esterificação do ácido butírico com glicerol, também chamado de glicerídeos de ácido butírico. Esta última tecnologia garante maior redução com os problemas devido ao seu cheiro pungente e maior distribuição do ácido butírico por todo o intestino das aves podendo promover melhores resultados que as outras tecnologias (Moquet *et al.*, 2018). As diferenças de cadeia e de entrega do ácido butírico, entre as tecnologias, tem permitido doses menores e consequentemente, custos mais reduzidos.

No estudo de Jahanian e Golshadi (2015), a utilização de ácido butírico (GAB) melhorou o desempenho produtivo das galinhas poedeiras. Para Wang *et al.* (2021), a suplementação com alto ou baixo teor de *Clostridium Butyricum* e glicerídeos de ácido butírico (GAB) aumentou a taxa de postura. Além disso, a inclusão de *Clostridium Butyricum* de alto nível e GAB aumentaram a massa diária de ovos, com destaque para o GAB que intensificou a cor da gema e a unidade Haugh dos ovos de galinhas.

Sengor *et al.* (2007), ao suplementarem galinhas poedeiras com 285mg/kg de ácido butírico, observaram maior resistência de casca com redução na quantidade de ovos mal-formados. Concluíram que conforme a galinha envelhece, as vilosidades do intestino perdem seu vigor, diminuindo a absorção intestinal, o que afeta negativamente a qualidade externa dos ovos. De acordo com Rahman *et al.* (2008), o butirato melhorou o metabolismo e a absorção de cálcio pelas aves, aumentando o crescimento das vilosidades. Pesquisas tem mostrado que a suplementação de dietas com ácido butírico melhorou o desempenho zootécnico de aves (Papatsiros *et al.*, 2012; Rezaeipour; Afsharmanesh; Bami, 2022).

Miao *et al.* (2021) testaram os efeitos do butirato de sódio revestido na dieta de galinhas poedeiras e obtiveram resultados favoráveis, podendo aumentar a disponibilidade de proteínas, minerais e o metabolismo lipídico, além de contribuir positivamente na produção e qualidade dos ovos, por melhorar a atividade de enzimas digestivas, a morfologia intestinal e a função da barreira intestinal.

3.4 Bioquímica Sérica em Galinhas Poedeiras

A incessante busca por melhores índices zootécnicos e produtos de origem animal evidencia que novas pesquisas sejam realizadas para acompanhar o estado fisiológico, nutricional e de saúde das aves comerciais. Os parâmetros bioquímicos sanguíneos aparecem como uma importante ferramenta para esse realizar esse monitoramento. Os valores de referência específicos para galinhas poedeiras ainda são variáveis e escassos na literatura, sugerindo mais estudos que contribuam com o tema, portanto, estes são necessários para apoiar o diagnóstico clínico, fazer a interpretação de alterações metabólicas (Meluzzi *et al.*, 1992; Suchý *et al.*, 2004).

A bioquímica sérica analisa os componentes químicos presentes no soro sanguíneo, entre eles se destaca o metabolismo energético, que mensura níveis de glicose, colesterol e triglicerídeos, examinando a saúde metabólica e nutricional – os resultados são influenciados conforme a idade do animal, linhagem, estado reprodutivo, sexo, nutrição, clima e manejo. Descobrir novos dados facilita o entendimento sobre os efeitos da alimentação e nutrição no organismo e as consequências diretas que refletem sob o produto final, podendo ser carne e/ou ovos (Zálesáková *et al.*, 2025).

Alguns marcadores como colesterol, triglicerídeos e enzimas hepáticas expressam o estado do metabolismo de lipídeos e a integridade funcional do fígado, reagindo de forma sensível às mudanças na dieta e às condições de bem-estar das aves (Aikpitanyi; Imasuen, 2024).

O colesterol elevado está diretamente relacionado à riscos de doenças cardiovasculares, dessa forma, é interessante que surjam novas pesquisas para contribuir com a sua redução e, conseqüentemente, refletir na saúde geral e longevidade das aves.

Os triglicerídeos exercem um papel importante de reserva de energia nos animais, sendo sintetizados na mucosa intestinal, a partir da digestão e absorção de ácidos graxos. Suas concentrações séricas podem variar dependendo da dieta, sexo e fatores hormonais. Os níveis de triglicerídeos nas aves estão interligados à ingestão de ração, sendo assim, dietas mais ricas em gorduras tendem a elevar esses valores (Li *et al.*, 2024; Lima *et al.*, 2025).

De acordo com Akbari, Torki e Kaviani (2016), que buscaram avaliar a qualidade de ovos e a bioquímica sérica de galinhas poedeiras aos 56 dias de idade, o uso de dietas contendo óleos essenciais (óleo essencial de hortelã-pimenta) e/ou

(óleo essencial de tomilho) são indicadas para reduzir os níveis de colesterol sanguíneo, corroborando com os achados de Case *et al.* (1995) que adicionou timol na dieta das aves. Por outro lado, a adição dos óleos essenciais não demonstrou efeito significativo nas concentrações séricas de triglicerídeos e glicose (Akbari; Torki, Kaviani, 2016).

Para Migliorini *et al.* (2019), ao testarem óleo essencial de orégano na dieta de galinhas poedeiras, os autores relatam um aumento nos triglicerídeos séricos das aves, semelhante ao estudo de Basmacioglu Malayoglu *et al.* (2010) que relataram aumento nos níveis de colesterol sanguíneo das galinhas.

No estudo de Bozkurt *et al.* (2012a), os pesquisadores revelam que não houve diferenças nos níveis sanguíneos de colesterol nas galinhas que foram suplementadas com um *blend* de óleos essenciais.

Na pesquisa de Polat *et al.* (2011), a diminuição do teor de lipídios e dos níveis de colesterol em uma dieta contendo óleo de alecrim para frangos de corte pode estar relacionada aos compostos timol e carvacrol.

Paralelamente, os óleos essenciais testados por Khan *et al.* (2024) na dieta de frangos de corte não apresentaram diferenças para as variáveis glicose e colesterol, diferentemente do trabalho de Irawan *et al.* (2021) que testaram óleos essenciais na dieta de frangos e perceberam aumento na glicose sanguínea.

Ao testarem 36 mg/kg de uma mistura de óleos essenciais, 2 g/kg de um ácido orgânico e a combinação de ambos na dieta de galinhas poedeiras com 52 semanas de idade, Özek *et al.* (2011) não observaram diferenças nos níveis séricos de colesterol, glicose e triglicerídeos, mas ressaltaram que as concentrações de colesterol e triglicerídeos tenderam a aumentar em comparação ao grupo controle, compactuando com os achados de Torki, Mohebbifar e Mohammadi (2021) que investigaram os efeitos de óleo essencial de lavanda ou menta e também não observaram diferenças para as variáveis sanguíneas (triglicerídeos, glicose e colesterol), mas comentam que notaram algumas alterações nas variáveis com a inclusão dos óleos na dieta.

Salem (2020) testou ácidos orgânicos, incluindo ácido fórmico isolado ou misturado com ácido propiônico na dieta de galinhas poedeiras com idades entre 79 a 88 semanas de idade e revela que houve redução significativa nos níveis de colesterol plasmático, enquanto os triglicerídeos não foram afetados.

Ao investigar os efeitos do butirato de sódio revestido na dieta de galinhas poedeiras com 52 semanas de idade, os autores Miao *et al.* (2021) descrevem que os triglicerídeos diminuíram.

No trabalho de Fouladi *et al.* (2018), onde avaliaram os parâmetros bioquímicos no soro sanguíneo de codornas japonesas suplementadas com ácidos orgânicos (ácido acético, láctico e butírico), percebe-se que as dietas que continham ácido acético e ácido láctico aumentaram o colesterol sérico e apresentaram redução nos níveis de triglicerídeos séricos, sem alterar a glicose sanguínea.

A inclusão de ácido butírico na dieta de pintinhos de corte de um dia de idade mostraram que os níveis de colesterol e glicose não foram afetados (Mahdavi; Torki, 2009), semelhante aos achados de Janardhan (2021) que não observou diferença na glicose sanguínea de frangos de corte suplementados com butirato de sódio.

Para Kaya *et al.* (2015), que investigaram dietas com diferentes níveis de um *blend* de ácidos orgânicos na alimentação de galinhas poedeiras brancas com 26 semanas de idade, observaram que os níveis séricos da glicose aumentaram, porém, os triglicerídeos e o colesterol permaneceram inalterados.

Visto isso, apesar dos avanços na literatura em relação a suplementação dietética com óleos essenciais e ácidos orgânicos, ainda há lacunas quanto à compreensão de como esses aditivos agem sob os parâmetros séricos das galinhas, reforçando a necessidade de mais pesquisas e investigações quanto à adição dos mesmos na dieta.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Declaração de Ética

Todos os procedimentos realizados foram analisados e aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA, da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, campus de Dracena, registrada com o protocolo nº **14/2025.R1 - CEUA**.

4.1.1 Instalação, animais e delineamento experimental

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, câmpus de Dracena, no galpão para galinhas poedeiras do setor de avicultura. Noventa e seis poedeiras com 40 semanas de idade, da linhagem *Hy-line Brown* (figura 1), foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, com dimensões de 1,00 x 0,50 x 0,50 m (comprimento x profundidade x altura), providas de comedouros do tipo frontal e bebedouros do tipo *nipple*. Água e ração foram fornecidas *ad libitum*.

Figura 1 - Poedeiras da linhagem *Hy-line Brown*



Fonte: Arquivo pessoal.

As aves foram alojadas em 24 gaiolas, sendo distribuídas em DIC com esquema fatorial 4 x 3 (4 dietas e 3 ciclos de produção de 28 dias cada). As dietas

testadas foram: controle negativo (CN) (dieta à base de milho e soja); dieta à base de milho e soja com bacitracina de zinco (BZ); dieta à base de milho e soja com cinamaldeído, carvacrol e timol (OE); dieta à base de milho e soja com glicerídeos de ácido butírico (GAB) (Tabela 1), com seis repetições, contendo quatro aves por repetição, seguindo a densidade de 450 cm² para aves marrons em pico de produção, conforme a recomendação da linhagem. Deve-se considerar que havia quatro aves por gaiola, permitindo mais espaço para a locomoção das galinhas, totalizando 1250 cm²/ave. As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja (Figura 2) conforme recomendação de Rostagno *et al.* (2024).

Figura 2 - Identificação dos tratamentos



Fonte: Arquivo pessoal.

Tabela 1 - Composição centesimal e valores calculados das dietas experimentais

Ingredientes, %	Dietas Experimentais			
	CN	BZ	OE	GAB
Milho 7,88%	71,77	71,77	71,77	71,77
Farelo de soja 46%	17,03	17,03	17,03	17,03
Óleo de soja	0,350	0,350	0,350	0,350
L-lisina	0,140	0,140	0,140	0,140
DL-metionina	0,240	0,240	0,240	0,240
L-treonina	0,050	0,050	0,050	0,050
Calcário calcítico	9,150	9,150	9,150	9,150
Fosfato bicálcico	0,590	0,590	0,590	0,590
Sal comum	0,420	0,420	0,420	0,420
Cloreto de colina 60	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix vitamínico e mineral ¹	0,150	0,150	0,150	0,150
Caulim ²	0,060	0,047	0,053	0,000
Óleo Essencial	0,000	0,000	0,007	0,000
Ácido Butírico	0,000	0,000	0,000	0,060
Bacitracina de Zinco	0,000	0,013	0,000	0,000
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Nutrientes	Valores calculados			
Energia metabolizável, kcal/kg	2.850	2.850	2.850	2.850
Proteína bruta, %	13,71	13,71	13,71	13,71
Fósforo digestível, %	0,19	0,19	0,19	0,19
Cálcio, %	3,66	3,66	3,66	3,66
Lisina digestível, %	0,69	0,69	0,69	0,69
Metionina digestível, %	0,44	0,44	0,44	0,44
Metionina+Cistina digestível, %	0,64	0,64	0,64	0,64
Treonina digestível, %	0,53	0,53	0,53	0,53
Colina, mg/kg	284,0	284,0	284,0	284,0
Sódio, %	0,18	0,18	0,18	0,18
Cloro, %	0,32	0,32	0,32	0,32
Potássio, %	0,57	0,57	0,57	0,57
Ácido linoléico, %	1,57	1,57	1,57	1,57

¹Suplemento vitamínico-mineral para aves de postura Vaccinar® (níveis de garantia/kg de produto): Ácido fólico: 266,66 mg/kg; Ácido pantotênico: 4.400 mg/kg; B.H.T: 6.666,66 mg/kg; Biotina: 10 mg/kg; Cobre orgânico: 1.666,66 mg/kg; Cobre total: 6.666,66 mg/kg; Ferro: 33,33 g/kg; Iodo: 800 mg/kg; Manganês orgânico: 13,33 g/kg; Manganês total: 53,33 g/kg; Niacina: 14 g/kg; Selênio orgânico 46,66 mg/kg; Selênio total: 186,66 mg/kg; Vitamina A: 5.400.000 UI/kg; Vitamina B1: 666,66 mg/kg; Vitamina B12: 6.666,66 ug/kg; Vitamina B2: 2.333,33 mg/kg; Vitamina B6: 666,66 mg/kg; Vitamina D3: 1.666.660 UI/kg; Vitamina E: 4.666,66 UI/kg; Vitamina K3: 1.333,33 mg/kg; Zinco orgânico: 10 g/kg e Zinco total: 40 g/kg.

²Os tratamentos foram obtidos pela inclusão dos aditivos em substituição ao inerte (caulim). A dieta sem aditivo foi constituída por 0,0500% de inerte. A dieta com inclusão de OE (óleos essenciais) continha 0,0075% de OE + 0,0425% de inerte. A dieta com inclusão de GAB (glicerídeos de ácido butírico) foi constituída por 0,0500% de GAB + 0,00% de inerte. A dieta com inclusão de antibiótico possuía 0,0130% de bacitracina de zinco + 0,0370% de inerte.

Fonte: Elaborada pela autora.

Os tratamentos foram obtidos pela inclusão dos aditivos em substituição ao inerte (caulim). Ambos os suplementos, vitamínico e mineral, utilizados na ração, não tinham em sua composição melhoradores de desempenho, sendo adicionados à ração de acordo com as recomendações do fabricante.

Os óleos essenciais e ácido butírico empregados no estudo são produtos comerciais doados pela empresa responsável pela fabricação dos mesmos. Os óleos essenciais tinham em sua composição: 12% de cinamaldeído, 2,5% de carvacrol e 2,5% de timol, com inclusão de 75 g/t. O ácido butírico era composto por mono, di e triglicerídeos de ácido butírico (60%) em sílica, com inclusão de 500 g/t de ração. O antibiótico testado foi a bacitracina de zinco 15% em 130 g/t de ração (19 ppm de princípio ativo).

4.2 Características Avaliadas

4.2.1 Desempenho produtivo das aves

Foram avaliadas as seguintes características quantitativas, relacionadas aos dados de produção das aves: consumo de ração (g/ave/dia), peso médio dos ovos (g), produção de ovos (% ovos/aves/dia), massa de ovos (g/ave/dia), conversão alimentar por massa de ovos (kg ração/kg ovos) e conversão alimentar por dúzia de ovos (kg ração/dz ovos).

Os dados de consumo de ração e conversão alimentar (kg de ração/dúzia de ovos e kg de ração/kg de ovos) foram avaliados semanalmente. Para o cálculo do percentual de postura, os ovos foram coletados diariamente e anotados em planilhas para cada repetição e, ao final do experimento, foi calculada a produção total de ovos e a percentagem de postura de cada unidade experimental.

- **Consumo de ração (g/ave/dia)**

A ração destinada a cada gaiola foi pesada, anotada e fornecida regularmente para que sempre houvesse ração nos comedouros. O consumo de ração por ave foi determinado semanalmente por meio da diferença entre a quantidade fornecida durante a semana e as sobras existentes no final de cada período de sete dias. Os resultados foram divididos pelo número médio de aves de cada parcela e expresso em gramas por ave por dia.

- **Peso médio dos ovos (g)**

Ao final de cada coleta diária, em um período das 11h00 às 16h00, todos os ovos produzidos em cada parcela foram coletados e pesados, obtendo-se o peso médio diário por parcela experimental. Ao final do período de 28 dias foi realizada uma média das pesagens para se obter o peso médio dos ovos produzidos no período.

- **Produção de ovos (PRO, % ovos/aves/dia)**

A produção média de ovos no período de 28 dias em porcentagem por aves/dia, foi obtida registrando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo-se os trincados, os quebrados e os anormais, e o número de aves da parcela que os produziram. Dessa forma, a variável foi obtida dividindo-se o número total de ovos postos por aves na semana, pelo número médio de aves, multiplicado por sete, e o resultado multiplicado por 100, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{PRO (\%)} = (\text{n}^\circ \text{ de ovos postos por aves na semana}) / (\text{n}^\circ \text{ médio de aves} \times 7) \times 100$$

- **Massa de ovos (MO, g/ave/dia)**

A massa de ovos foi calculada semanalmente pela relação entre o peso médio dos ovos do período de sete dias, multiplicado pelo número total de ovos nos sete dias, e o resultado dividido pela multiplicação entre o número médio de aves por sete, e expresso na seguinte fórmula:

$$\text{MO} = (\text{peso médio dos ovos} \times \text{n}^\circ \text{ total de ovos}) / (\text{n}^\circ \text{ médio de aves} \times 7)$$

- **Conversão alimentar por massa de ovos (CA/massa, kg ração/ kg ovos)**

A conversão alimentar por massa de ovos foi calculada dividindo-se o peso total da ração consumida pelas aves da parcela, expressa em quilogramas, pelo peso total de ovos produzidos no mesmo período, também expresso em quilogramas, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{CA massa} = \text{peso total da ração consumida} / \text{peso total de ovos}$$

- **Conversão alimentar por dúzia de ovos (CA/dúzia, kg ração/dúzia de ovos)**

A conversão alimentar por dúzia de ovos foi mensurada semanalmente, dividindo-se o peso total da ração consumida, expresso em quilogramas, pelo respectivo número de dúzias de ovos que foram produzidas na semana, de acordo com a respectiva fórmula:

$$\text{CA dúzia} = \text{peso total da ração consumida} / \text{número de dúzias de ovos produzidos}$$

A pesagem dos ovos recolhidos (Figura 3) era feita diariamente no Laboratório de Nutrição e Saúde das Aves (LANSA), duas vezes ao dia (às 11h e às 16h), utilizando-se uma balança analítica calibrada.

Figura 3 - Pesagem de ovo



Fonte: Arquivo pessoal.

4.2.2 Qualidade de ovos

Nos três últimos dias de cada ciclo (26, 27 e 28); (54, 55 e 56); (82, 83 e 84 dias) foram coletados e analisados dois ovos de cada parcela (gaiola), para realização das seguintes análises: gravidade específica (GE), altura do albúmen (AA), índice de albúmen (IA), índice de gema (IG), coloração da gema (CG), unidade Haugh (UH), resistência à quebra (RQ), espessura e peso da casca (EC e PC).

- **Gravidade específica (gL^{-1})**

A gravidade específica foi determinada a partir da imersão do ovo em soluções salinas de diferentes densidades (Figura 4), variando de 1,070 a 1,105 com variação de 0,005 para cada solução, de acordo com metodologia proposta por Castelló *et al.* (1989). A gravidade específica de cada ovo foi determinada pela menor solução em que o ovo flutuava.

Figura 4 - Análise de gravidade específica



Fonte: Arquivo pessoal.

- **Altura do albúmen (mm)**

A altura do albúmen foi realizada na parte do albúmen denso, numa região a 0,5 cm da borda da gema com o auxílio de um paquímetro.

- **Índice de albúmen (mm)**

O índice de albúmen foi obtido pela relação entre a altura do albúmen espesso e a média aritmética dos diâmetros maior e menor desta camada, utilizando-se um paquímetro digital (Figura 5).

Figura 5 - Índice de albúmen



Fonte: Arquivo pessoal.

- **Índice de gema (mm)**

O índice de gema foi determinado pelo método proposto por Solomon (1997), em que a gema teve sua altura e diâmetros (transversal e longitudinal) medidos ainda dentro do albúmen, realizando-se a relação entre eles.

- **Peso da casca (g)**

As cascas dos ovos foram lavadas, enumeradas e secas em estufa à temperatura de 105°C por 6 horas (Figura 6) e pesadas em balanças com precisão de 0,01 g (Vilela *et al.*, 2016).

Figura 6 - Cascas na estufa à 105°C



Fonte: Arquivo pessoal.

- **Unidade Haugh, resistência à quebra (kgf), espessura da casca (mm) e coloração de gema (ycf)**

A unidade Haugh, resistência à quebra, espessura da casca e coloração da gema foram avaliadas por meio da máquina japonesa *Digital Egg Tester* (Figura 7) na empresa ATM, localizada na cidade de Bastos-SP.

Figura 7 - Análise de qualidade na máquina *Digital Egg Tester*



Fonte: Arquivo pessoal.

4.2.3 Bioquímica sérica (triglicerídeos, colesterol e glicose no plasma)

As análises sanguíneas foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Saúde das Aves (LANSA), localizado na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas - FCAT/UNESP, Campus de Dracena-SP.

Ao 28º dia do terceiro ciclo produtivo foram extraídos 5 mL de sangue das galinhas pelo método de punção da veia braquial da asa. As aves selecionadas foram escolhidas aleatoriamente, totalizando 24 animais (1 por repetição).

O material coletado foi inserido em *ependorfs* identificados, a fim de determinar as concentrações de colesterol e triglicerídeos e, posteriormente, foram centrifugados à 10.000 rpm, à 4°C, durante 10 minutos. O sangue retirado para a determinação das concentrações de glicose foi introduzido em *ependorfs*, estes já com a solução anticoagulante inibidor da glicólise Glistab® e identificados, seguindo para a centrífuga à 10.000 rpm, à 4°C, durante 10 minutos. Todas as amostras passaram pela centrífuga refrigerada, com capacidade para 24 *ependorfs*, modelo Allegra X-30R Centrifuge, da marca Beckman Coulter.

O soro recolhido foi armazenado em novos *ependorfs*, devidamente identificados e guardados em freezer à - 20°C, para posteriormente efetuar as análises séricas.

Os níveis de colesterol e triglicerídeos foram determinados pelo método enzimático colorimétrico utilizando-se o kit comercial Interkit®, segundo metodologia de Lumeij (1997). Após pipetar nos tubos de ensaio as quantidades corretas de cada substância (amostra, reagente enzimático e padrão), a próxima etapa foi homogeneizar as amostras com auxílio do agitador vórtex e colocá-las em banho-maria a 37°C, durante 10 minutos. Após este período, as amostras foram inseridas em cubetas de vidro óptico e as absorbâncias do teste e do padrão passaram pela leitura a 500 nm, ajustando sempre o zero com o branco e, em seguida, realizou-se a leitura em espectrofotômetro modelo Bel Photonics V-M5.

A concentração de glicose foi determinada pelo método descrito por Adil *et al.* (2010), e o procedimento foi semelhante às outras determinações: as quantidades precisas de cada substância foram pipetadas nos tubos de ensaio (amostra, reagente enzimático e padrão), em seguida foram homogeneizadas no agitador vórtex e colocadas em banho-maria à 37°C, durante 10 minutos. Depois, foram introduzidas em cubetas de vidro óptico e determinadas as absorbâncias do teste e do padrão em 505 nm, acertando sempre o zero com o branco, realizando posteriormente, a leitura

em espectrofotômetro. As análises foram conduzidas em duplicata, assegurando maior confiabilidade nos resultados.

Figura 8 – Eppendorf com o soro separado após a centrifugação



Fonte: Donegá (2025).

Figura 9 - Espectrofotômetro



Fonte: Donegá (2025).

4.3 Análise Estatística

As análises estatísticas foram realizadas no software R (versão 4.4.2), com o auxílio do ambiente integrado *RStudio* (versão 2024-10-31). Adotou-se o nível de significância de 5% de probabilidade de erro. A análise de variância foi empregada para avaliar os efeitos dos tratamentos e, quando constatadas diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Utilizaram-se médias ajustadas para o cálculo dos efeitos simples e principais dos fatores. As dispersões residuais foram expressas por meio do erro padrão da média.

5 RESULTADOS

Os resultados apresentados mostram que não houve interação ($P > 0,05$) entre dietas e ciclos para as variáveis de desempenho estudadas (Tabela 2): consumo de ração (CR), produção de ovos (PO), massa de ovos (MO), conversão alimentar por massa de ovos (CA/massa), conversão alimentar por dúzia de ovos (CA/DZ) e peso médio dos ovos (PMO).

Tabela 2 - Desempenho de galinhas poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico em substituição ao antibiótico bacitracina de zinco.

Efeitos		Desempenho ¹					
		CR (g)	PO (%)	MO (g)	CA/Massa	CA/DZ	PMO, g
Dietas ²	CN	130,0	94,0	58,2 b	2,28	1,69	61,5 b
	BZ	131,0	95,9	58,7 b	2,23	1,66	61,7 ab
	OE	134,0	95,7	60,8 a	2,20	1,67	63,5 a
	GAB	132,0	95,5	59,5 ab	2,22	1,66	62,3 ab
Ciclos ³	1	138,0 a	96,7 a	59,6	2,32 b	1,71 b	61,6
	2	121,0 b	95,0 ab	59,0	2,05 a	1,54 a	62,2
	3	136,0 a	94,1 b	59,3	2,33 b	1,76 b	62,9
EPM ⁴		2,43	1,12	0,96	0,05	0,04	0,89
Fontes de variação		Probabilidade					
Dietas		0,305	0,131	0,011	0,331	0,803	0,030
Ciclos		<0,001	0,008	0,725	<0,001	<0,001	0,136
Dietas x Ciclos		0,844	0,498	0,200	0,632	0,950	0,986

¹CR, consumo de ração (g/ave/dia); PO, produção de ovos (% ovos/ave/dia); MO, massa de ovos (g/ave/dia); CA/Massa, conversão alimentar por massa de ovos (kg ração/kg ovos); CA/DZ, conversão alimentar por dúzia de ovos (kg ração/dz ovos); PMO, peso médio dos ovos (g).

²Controle negativo (CN) - (dieta à base de milho e soja); (dieta à base de milho e soja) com bacitracina de zinco (BZ);(dieta à base de milho e soja) com cinamaldeído, carvacrol e timol (OE);(dieta à base de milho e soja) com glicerídeos de ácido butírico (GAB).

³Ciclo 1, (1-28 dias); ciclo 2 (29 -56 dias); ciclo 3, (57-84 dias).

⁴EPM, erro padrão da média.

Fonte: Elaborado pela autora.

Observou-se diferença entre dietas apenas para MO ($P = 0,011$) e PMO ($P = 0,030$). O fornecimento de óleos essenciais às galinhas proporcionou maior MO e PMO, sendo semelhantes estatisticamente às galinhas que receberam ácido butírico na dieta. As dietas sem adição de aditivos (CN) resultaram em piores valores para essas variáveis.

O tratamento CN apresentou menores médias de MO e PMO quando comparado aos tratamentos com OE ou GAB. Esses valores podem estar relacionados ao metabolismo hepático das aves, uma vez que o fígado desempenha papel central na síntese e no metabolismo de nutrientes. Segundo Maiorka *et al.* (2002), algumas alterações na disponibilidade de vitaminas e minerais na dieta podem modificar a atividade hepática; os autores observaram redução no peso do fígado de frangos de corte alimentados com dietas sem suplementação vitamínica ou mineral, sugerindo impacto direto no metabolismo das aves e, como resultado, diferenças no desempenho produtivo.

Houve diferença entre ciclos para as variáveis CR, PO, CA/massa e CA/DZA. O menor consumo foi observado no ciclo 2, porém não interferiu na PO que foi maior nos ciclos 1 e 2. De acordo com os dados da estação meteorológica da Universidade, (Altitude: 373.0, Latitude: 21.0°27.0'28.2", Longitude: 51.0°33.0'8.1"), no mês de março/2025 os termômetros marcaram máximas de 34,8°C e mínima de 22,4°C; abril/2025, máxima de 30,1°C e mínima de 20,3°C; maio/2025, máxima de 29,4°C e mínima de 17,8°C e junho/2025, máxima de 26,8°C e mínima de 15,0°C. Nos meses de abril e maio ocorreram quedas e oscilações nas temperaturas, fenômeno esperado devido à transição das estações do verão para o outono. O segundo ciclo de produção teve início no término do mês de abril, encerrando-se no final do mês de maio, o que pode explicar a queda no CR, já que as galinhas da linhagem *Hy-line brown* tendem a se alimentar menos durante altas temperaturas ambientais (*Hy-line International*, 2024).

A diferença na PO pode estar relacionada tanto a fatores ambientais quanto fisiológicos, indicando que com o avanço da idade, ocorreu queda na taxa de postura, estando alinhada a estudos anteriores (Tůmová e Gous, 2012; Qiang *et al.*, 2025).

As melhores taxas de CA foram observadas no ciclo 2, diferindo-se estatisticamente dos demais ciclos.

Ao analisar-se a qualidade de ovos das galinhas (Tabela 3), nota-se que houve interação entre dietas e ciclos apenas para as variáveis índice de gema ($P = 0,01$) e coloração da gema ($P = 0,006$). Diferença entre dietas só se observou no peso da casca (PC) ($P = 0,006$) e diferença entre ciclos foi notada na gravidade específica (GE) ($P = 0,0001$), altura de albúmen (AA) ($P = 0,009$), índice de albúmen (IA) ($P = 0,001$) e resistência à quebra (RQ) ($P = 0,03$).

Tabela 3 - Qualidade de ovos de galinhas poedeiras alimentadas com óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico em substituição ao antibiótico bacitracina de zinco.

Efeitos		Variáveis ¹								
		GE	AA (mm)	UH	IA	IG	CG	PC (g)	EC (mm)	RQ (kgf)
Dietas ²	CN	1,093	7,97	86,8	0,112	0,438	4,82	6,18 b	0,407	4,72
	BZ	1,092	8,04	87,9	0,115	0,447	5,15	6,29 ab	0,414	4,90
	OE	1,092	8,32	89,0	0,119	0,454	5,27	6,40 ab	0,417	4,76
	GAB	1,094	8,31	91,0	0,120	0,448	5,06	6,52 a	0,416	4,67
Ciclos ³	1	1,090 b	7,89 b	87,8	0,111 b	0,454	5,05	6,33	0,407	4,52 b
	2	1,095 a	8,16 ab	87,4	0,116 ab	0,440	4,98	6,39	0,415	4,66 ab
	3	1,093 ab	8,43 a	90,8	0,123 a	0,446	5,19	6,33	0,417	5,10 a
	EPM ⁴	0,001	0,241	3,51	0,004	0,006	0,236	0,118	0,006	0,323
Fontes de variação		Probabilidade								
Dietas		0,522	0,178	0,517	0,094	0,031	0,137	0,006	0,183	0,841
Ciclos		0,0001	0,009	0,342	0,001	0,010	0,439	0,721	0,061	0,03
Dietas x ciclos		0,841	0,267	0,403	0,482	0,012	0,006	0,325	0,696	0,627

¹GE, Gravidade específica; AA, Altura de albúmen; UH, Unidade Haugh; IA, índice albúmen; IG, Índice gema; CG, Coloração de gema; PC, Peso de casca; EC, Espessura de casca; RQ, Resistência à quebra.

²Controle negativo (CN) - (dieta à base de milho e soja) ;(dieta à base de milho e soja) com bacitracina de zinco (BZ);(dieta à base de milho e soja) com cinamaldeído, carvacrol e timol (OE);(dieta à base de milho e soja) com glicerídeos de ácido butírico (GAB).

³Ciclo 1, (1-28 dias); ciclo 2 (29 -56 dias); ciclo 3, (57-84 dias).

⁴EPM, erro padrão da média.

Fonte: Elaborada pela autora.

Entre dietas, nota-se que a inclusão de glicerídeos de ácido butírico (GAB) proporcionou maior PC, assemelhando-se estatisticamente às galinhas que receberam bacitracina de zinco (BZ) e óleos essenciais (OE) na dieta.

Os melhores valores para a qualidade de ovos são vistos no 2º e 3º ciclos. É possível observar melhora com o avançar da idade das aves nas variáveis GE, AA, IA e RQ.

Ao realizar-se o desdobramento da interação entre dietas e ciclos (Tabela 4) para índice de gema (IG), notou-se, ao analisar-se os ciclos isoladamente, que no ciclo 1, o uso de óleos essenciais na dieta assemelhou-se ao uso do antibiótico mostrando os maiores IG; e no ciclo 2, os melhores resultados notou-se com o uso de aditivos, seja ele o óleo essencial, o ácido butírico ou a bacitracina de zinco, mostrando a importância do uso de um antimicrobiano na ração. Entre dietas, não houve diferença no IG no ciclo 3. Assim, percebe-se que este índice de qualidade variou de acordo com o ciclo produtivo da galinha.

Tabela 4 - Desdobramento da interação das diferentes dietas e ciclos sobre o índice de gema (IG) de ovos de galinhas poedeiras marrons.

Ciclos ²	Dietas ¹			
	CN	BZ	OE	GAB
1	0,446 b A ³	0,471 a A	0,454 ab A	0,446 b A
2	0,427 b A	0,437 ab B	0,452 a A	0,444 ab A
3	0,441 a A	0,432 a B	0,455 a A	0,455 a A

¹CN - (dieta à base de milho e soja); (dieta à base de milho e soja) com bacitracina de zinco (BZ); (dieta à base de milho e soja) com cinamaldeído, carvacrol e timol (OE); (dieta à base de milho e soja) com glicerídeos de ácido butírico (GAB).

²Ciclo 1, (1-28 dias); ciclo 2 (29 -56 dias); ciclo 3, (57-84 dias).

³ Letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Elaborada pela autora.

Na análise de cada dieta isoladamente, ao analisar-se os ciclos no CN não houve diferença entre eles, assim como quando se usou os óleos essenciais, ou os GAB. Porém, quando se incluiu a BZ na dieta, maiores IG foram obtidos no ciclo 1.

Ao realizar-se o desdobramento da interação entre dietas e ciclos (Tabela 5) para coloração da gema (CG), notou-se, ao analisar-se os ciclos isoladamente, que no ciclo 1, o uso de óleos essenciais na dieta assemelhou-se ao uso do antibiótico,

porém não diferiram para esta variável quando não se usou qualquer aditivo (CN). Entre dietas, não houve diferença na CG no ciclo 2. No ciclo 3, as colorações mais intensas de gema foram vistas ao incluir-se na dieta algum aditivo, seja ele os OE, o GAB ou a própria BZ, mostrando que o uso de um antimicrobiano na ração interfere na CG. Esses resultados sugerem ainda que o uso de aditivos sobre a pigmentação da gema varia conforme o ciclo de postura.

Na análise de cada dieta isoladamente, ao analisar-se os ciclos no CN, não houve diferença entre eles, assim como quando se usou a BZ, ou os OE na dieta. Porém, quando se incluiu os GAB na dieta, colorações mais intensas de gemas foram vistas nos ciclos 2 e 3, mostrando que houve variação de um ciclo para o outro.

Tabela 5 - Desdobramento da interação das diferentes dietas e ciclos sobre a coloração da gema (CG) de ovos de galinhas poedeiras marrons.

Ciclos ²	Dietas ¹			
	CN	BZ	OE	GAB
1	5,08 ab A ³	5,40 a A	5,22 ab A	4,52 b B
2	4,98 a A	4,70 a A	5,20 a A	5,03 a AB
3	4,40 b A	5,35 a A	5,38 a A	5,63 a A

¹CN - (dieta à base de milho e soja); (dieta à base de milho e soja) com bacitracina de zinco (BZ); (dieta à base de milho e soja) com cinamaldeído, carvacrol e timol (OE); (dieta à base de milho e soja) com glicerídeos de ácido butírico (GAB).

²Ciclo 1, (1-28 dias); ciclo 2 (29 -56 dias); ciclo 3, (57-84 dias).

³Letras distintas minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Fonte: Elaborada pela autora.

Ao analisar-se o metabolismo lipídico e a glicemia das aves (Tabela 6) observou-se que não houve diferença entre dietas nas taxas de colesterol ($P = 0,3153$) e triglicerídeos ($P = 0,3654$), indicando que os aditivos avaliados não promoveram alterações no metabolismo lipídico ou na função hepática das aves. Por outro lado, o uso da bacitracina, OE ou GAB proporcionou redução ($P = 0,0015$) no índice glicêmico das poedeiras, demonstrando que esta variável mostrou maior sensibilidade às alterações promovidas pelas dietas experimentais.

Tabela 6 - Níveis séricos de colesterol, triglicerídeos e glicose do plasma sanguíneo de galinhas poedeiras em pico de produção alimentadas com dietas suplementadas com óleos essenciais ou glicerídeos de ácido butírico em alternativa à bacitracina de zinco.

	Dietas ¹				EPM ² , %	P
	CN	BZ	OE	GAB		
Colesterol	118,00	103,00	105,00	107,00	5,98	0,3153
Triglicerídeos	83,50	71,10	75,80	80,00	5,07	0,3654
Glicose	148,98 b	148,87 a	148,92 ab	148,94 ab	0,01	0,0015

¹CN - (dieta à base de milho e soja); (dieta à base de milho e soja) com bacitracina de zinco (BZ); (dieta à base de milho e soja) com cinamaldeído, carvacrol e timol (OE); (dieta à base de milho e soja) com glicerídeos de ácido butírico (GAB).

²EPM, erro padrão da média.

Fonte: Elaborado pela autora.

6 DISCUSSÃO

Os óleos essenciais e o ácido butírico, em suas diferentes formas e tipos, possuem diversas funções que melhoram a saúde dos animais, sendo um ponto crucial para que mais pesquisas com esses aditivos sejam realizadas, buscando expandir a compreensão dos seus mecanismos de ação.

No presente estudo, não foi observada interação entre dietas e ciclos para as variáveis de desempenho avaliadas. As dietas experimentais não influenciaram o consumo de ração, a produção de ovos e as taxas de conversão alimentar. Resultados semelhantes foram relatados por Bonato *et al.* (2008), que ao avaliarem diferentes níveis de ácidos orgânicos e extratos vegetais na alimentação de poedeiras também não observaram alterações no consumo de ração.

De acordo com a literatura, o uso de óleos essenciais, isoladamente ou em combinação, pode melhorar o desempenho das aves por meio de sua ação sobre o sistema digestivo, favorecendo a digestibilidade e a utilização dos nutrientes, no entanto, esses efeitos podem variar de acordo com fatores como a linhagem utilizada e o número de aves avaliadas nos experimentos (Sidiropoulou *et al.*, 2020; Irawan *et al.*, 2021; Mendoza-Ordoñez *et al.*, 2025). Além disso, a ausência de efeito observada neste estudo pode estar associada às boas condições sanitárias e ambientais das aves, o que reduz o estresse intestinal e limita a ação dos aditivos sobre a microbiota e a digestibilidade dos nutrientes (Oni; Oke, 2025).

As poedeiras utilizadas no experimento tinham 40 semanas de idade, fase em que o trato gastrointestinal e a microbiota encontram-se relativamente estabilizados, reduzindo a resposta a aditivos funcionais, especialmente na ausência de desafios entéricos ou microbiológicos (Yue *et al.*, 2024).

Por outro lado, os aditivos influenciaram positivamente o peso médio e a massa dos ovos. Resultados semelhantes foram relatados por Dey *et al.* (2024) e Zhang *et al.* (2022), que observaram melhorias no desempenho produtivo de poedeiras suplementadas com ácido butírico, incluindo aumento da produção, do peso e massa de ovos. De forma semelhante, estudos com óleos essenciais de canela, alecrim e tomilho também demonstraram maior consumo de ração, melhores taxas de CA, aumento na massa e no peso dos ovos, sem alterações significativas na produção (Abo Ghanima *et al.*, 2020; Hassanpour *et al.*, 2025).

Os efeitos positivos causados pelos aditivos podem estar associados à sua ação antimicrobiana seletiva e ao estímulo da secreção de enzimas digestivas, favorecendo o crescimento de microrganismos benéficos e melhorando a absorção de nutrientes. Como consequência, há maior disponibilidade de energia e aminoácidos para a síntese dos componentes do ovo, refletindo em maior deposição de massa e aumento do peso dos ovos (Hashemipour *et al.*, 2013; Yang *et al.*, 2015; Zhou *et al.*, 2016; Ricke, 2018).

Os efeitos antioxidantes do timol e do carvacrol contribuem para a manutenção da integridade celular e do equilíbrio oxidativo dos tecidos reprodutivos, favorecendo a deposição de nutrientes no folículo e a qualidade final do ovo, o que pode explicar o desempenho superior observado com óleos essenciais (Gholami-Ahangaran *et al.*, 2022). Similarmente, o melhor desempenho obtido com a inclusão de glicerídeos de ácido butírico pode estar relacionado à liberação controlada do ácido ao longo do trato intestinal, promovendo a saúde e a regeneração da mucosa e melhorando o aproveitamento dos nutrientes (Dibner; Buttin, 2002; Adil *et al.*, 2010).

Houve influência dos ciclos produtivos sobre as variáveis consumo de ração, produção de ovos e conversão alimentar por massa e dúzia de ovos. Nos ciclos 1 e 3 as poedeiras apresentaram maior consumo de ração, refletindo em piores taxas de conversão alimentar. O menor consumo observado no ciclo 2 pode estar relacionado à adaptação das aves às dietas e ao ambiente experimental, bem como ao equilíbrio metabólico característico do período pós-pico de postura, quando as

exigências nutricionais se estabilizam e a utilização dos nutrientes torna-se mais eficiente. Essa fase intermediária geralmente apresenta melhor conversão alimentar e produção ainda elevada, indicando maior eficiência metabólica (Leeson; Summers, 2005; Khawaja *et al.*, 2013).

Sobczak e Kozłowski (2016) observaram pior conversão alimentar, além de menor peso médio dos ovos, taxa de postura e consumo de ração em dietas contendo ácido butírico. Por outro lado, Johnson *et al.* (2025) relataram melhor conversão alimentar em poedeiras suplementadas com óleo essencial de orégano, resultado diferente do presente estudo, no qual as taxas de conversão alimentar foram influenciadas pelos ciclos. Resultados semelhantes também foram descritos por Johnson *et al.* (2022).

A redução da taxa de postura ao longo dos ciclos é um comportamento esperado e está associada a alterações hormonais, como menor sensibilidade aos hormônios LH e FSH, além da diminuição da qualidade folicular e da taxa de ovulação. Como consequência, a conversão alimentar tende a se tornar menos eficiente nas fases mais avançadas, acompanhada por maior consumo de ração e redução gradual da postura com o avanço da idade (Silversides; Scott, 2001; Bain *et al.*, 2016; Molnár *et al.*, 2016).

Na avaliação da qualidade dos ovos foi observada interação entre dietas e ciclos para índice e coloração da gema. A redução do IG com o avanço da idade/estágio de postura indica alterações na deposição de nutrientes no folículo e na estabilidade estrutural da gema (Hashemipour *et al.*, 2013; Salahuddin *et al.*, 2024), enquanto a deposição de pigmentos carotenoides foi influenciada tanto pelo uso dos aditivos quanto pelo estágio produtivo da ave, indicando que as dietas contendo algum dos aditivos contribuíram para intensificar a coloração da gema (Zhao *et al.*, 2025).

Sobczak e Kozłowski (2016) observaram aumento na espessura e no peso da casca com diferentes fontes de ácido butírico, sem efeito sobre resistência à quebra, cor da gema e unidade Haugh, resultados semelhantes aos do presente estudo para essas variáveis. Por outro lado, Zhang *et al.* (2022) relataram intensificação da cor da gema com a suplementação do ácido orgânico. No presente trabalho, o uso de aditivos (OE, GAB e BZ) aumentou o peso da casca, possivelmente devido à maior absorção e utilização de minerais envolvidos na calcificação, como cálcio, magnésio e fósforo, favorecida pela melhora da saúde

intestinal e da microbiota (Hanif *et al.*, 2024; Kiarie *et al.*, 2024). O aumento do peso da casca é relevante do ponto de vista industrial, uma vez que a casca constitui a principal estrutura de proteção dos ovos, atuando como uma embalagem natural, contribuindo para a redução de perdas por quebras durante o manejo, transporte e comercialização.

Hassanpour *et al.* (2025) demonstraram que o uso de tomilho, em pó ou como óleo essencial, aumentou a pigmentação e o índice de gema, além da espessura da casca, sem alterar a unidade Haugh. De forma semelhante, Abo Ghanima *et al.* (2020) verificaram aumento na produção, no peso dos ovos e na unidade Haugh com a suplementação de óleos essenciais de alecrim e canela. Resultados positivos com glicerídeos de butirina também foram descritos para unidade Haugh e índice de albúmen (Dey *et al.*, 2024). De modo geral, os ácidos orgânicos, especialmente o butirato, podem melhorar a qualidade da casca ao favorecer a absorção de cálcio e a saúde intestinal (Dibner; Buttin, 2002; Adil *et al.*, 2010), embora alguns estudos não tenham identificado alterações na qualidade interna ou externa dos ovos (Bonato *et al.*, 2008).

Xiao *et al.* (2022) demonstraram que a inclusão de uma mistura de carvacrol (2,5%), tomilho (5%) e cinamaldeído (2,5%) reduziu a taxa de quebra e aumentou a resistência da casca, resultados semelhantes aos observados no presente estudo. Os autores sugerem a inclusão de 300 mg/kg desses óleos essenciais para melhorar o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos.

Os ciclos produtivos influenciaram significativamente a gravidade específica (GE), a altura de albúmen (AA), o índice de albúmen (IA) e a resistência à quebra (RQ). Os maiores valores de GE foram registrados nos ciclos 2 e 3, enquanto AA, IA e RQ foram mais elevados no ciclo 3, indicando melhor qualidade interna e maior resistência da casca nessa fase. A manutenção de valores elevados de GE sugere adequada deposição mineral e integridade estrutural da casca, enquanto maiores valores de AA e IA refletem melhor qualidade interna dos ovos. Essas variáveis estão diretamente relacionadas à viscosidade e à concentração proteica do albúmen denso, que tende a diminuir com o avanço da idade das aves; entretanto, quando as aves recebem dietas equilibradas e se encontram em boas condições fisiológicas e sanitárias, esses parâmetros podem ser preservados por mais tempo (Şekeroğlu *et al.*, 2024; Chang *et al.*, 2024; Li *et al.*, 2025).

A resistência à quebra da casca (RQ) foi maior no ciclo 3, indicando melhor mineralização e estrutura da casca nessa fase. Uma possível explicação é que a redução gradual da taxa de postura aumenta o tempo de permanência do ovo no útero, favorecendo maior deposição de carbonato de cálcio. Além disso, mudanças fisiológicas associadas à idade podem contribuir para a deposição mineral quando o manejo e a dieta são adequados (Li *et al.*, 2025). Esses resultados sugerem que, sob boas condições de criação, é possível manter elevada qualidade estrutural dos ovos mesmo em fases mais tardias da produção.

Alguns aditivos podem modular a microbiota intestinal, a morfologia da mucosa e a expressão de transportadores de nutrientes, o que pode resultar em alterações nos índices glicêmicos mesmo quando outros metabólitos permanecem estáveis (Toschi *et al.*, 2024; Obianwuna *et al.*, 2024). No presente estudo, os resultados sugerem que os aditivos atuaram principalmente em parâmetros relacionados ao metabolismo energético das galinhas, sem promover alterações no metabolismo lipídico sistêmico.

A glicemia é frequentemente utilizada como indicador de estresse metabólico, podendo atingir valores próximos a 200 mg/dL em galinhas poedeiras, o que está de acordo com os valores observados neste estudo (Meluzzi *et al.*, 1992). Os grupos suplementados com bacitracina de zinco, óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico apresentaram valores semelhantes de glicose sanguínea, indicando que é um parâmetro importante a ser investigado já que está associado à homeostase metabólica e condições de estresse (Braun; Sweazea, 2008; Zaytsoff *et al.*, 2019). Diferenças nesses valores podem estar relacionadas à eficiência de absorção e utilização da glicose, além de fatores como linhagem, sexo e idade das aves (Rezende *et al.*, 2019).

Em poedeiras, o fígado desempenha papel central na síntese de lipoproteínas destinadas à formação da gema, o que pode influenciar os níveis séricos de colesterol e triglicerídeos durante períodos de elevada produção (Hu *et al.*, 2024). Entretanto, no presente estudo não foram observadas diferenças entre as dietas para esses parâmetros. Resultados semelhantes podem ocorrer devido à influência de múltiplos fatores, como genética, manejo, nutrição, condições de criação e presença ou ausência de desafios sanitários, que podem modificar a resposta aos aditivos alternativos utilizados em substituição aos antibióticos (Hammad *et al.*, 1998; Irawan *et al.*, 2021; Adewole; Oladokun; Santin, 2021).

No metabolismo lipídico, os triglicerídeos constituem os principais lipídeos plasmáticos, apresentando níveis em torno de 70 mg/dL em aves, podendo variar conforme o regime alimentar e fatores hormonais (Meluzzi *et al.*, 1992; Hochleithner, 1994). O colesterol, pertencente ao grupo dos esteróis, atua como componente estrutural das membranas celulares e precursor de hormônios esteroides, ácidos biliares e vitamina D (Cortes *et al.*, 2014). Em aves, seus valores de referência são próximos a 140 mg/dL, podendo alcançar cerca de 149 mg/dL em fêmeas e médias próximas de 250 mg/dL entre diferentes espécies (Meluzzi *et al.*, 1992; Rezende *et al.*, 2019; Thrall *et al.*, 2006).

Diferentes estudos relatam que dietas suplementadas com óleos essenciais ou ácidos orgânicos, como o butirato de sódio, podem reduzir os níveis séricos de colesterol e triglicerídeos em aves (Adil *et al.*, 2010; Aghazadeh; Abdolkarimi; Ashkavand, 2011; Adil *et al.*, 2025; Ismael *et al.*, 2025). Resultados semelhantes foram observados em frangos de corte suplementados com extratos ou óleos essenciais de tomilho, orégano e lavanda, que apresentaram redução nos níveis de colesterol, triglicerídeos e glicose sanguínea (Puvaca; Tufarelli; Giannenas, 2022; Darmawan *et al.*, 2024). Além disso, a suplementação com butirato de sódio, isolado ou associado a extratos vegetais, também demonstrou potencial para reduzir esses metabólitos (Shalaby *et al.*, 2024; Zhou *et al.*, 2025).

Dessa forma, a diferença observada apenas para glicose sanguínea revela que os aditivos suplementados nas dietas influenciaram principalmente os mecanismos de absorção e utilização energética, enquanto o metabolismo lipídico permaneceu estável nas galinhas poedeiras marrons em pico de produção.

7 CONCLUSÃO

A suplementação de dietas com óleos essenciais (cinamaldeído, carvacrol, timol) e ácido butírico em alternativa à bacitracina de zinco reduz níveis de glicose sanguínea, aumenta a massa, peso médio e peso da casca dos ovos, com destaque do desempenho zootécnico no 2º ciclo de produção. Melhorias na qualidade dos ovos acontecem nos 2º e 3º ciclos de criação de galinhas *Hy-line Brown* às 52 semanas de idade.

REFERÊNCIAS

- ABO GHANIMA, M. M.; ELSADEK, M. F.; TAHA, A. E.; ABD EL-HACK, M. E.; ALAGAWANY, M.; AHMED, B. M.; ELSHAFIE, M. M.; EL-SABROUT, K. Effect of housing system and rosemary and cinnamon essential oils on layers performance, egg quality, haematological traits, blood chemistry, immunity, and antioxidant. **Animals**, v. 10, n. 2, p. 245, 4 fev. 2020.
- ABDEL-WARETH, A. A. A.; SALAHUDDIN, M.; AMER, S. A.; LOHAKARE, J. Dietary oregano and thyme bioactive lipid compounds enhance laying performance, egg quality, antioxidant capacity, and blood biochemistry in Hy-Line Brown hens. **Italian Journal of Animal Science**, v. 24, n. 1, p. 2222-2234, 2025. DOI 10.1080/1828051X.2025.2570052
- ABRANCHES, F. F.; GENOVA, J. L.; HU, P.; SANTANA, J. P.; ROCHA, G. C. Effects of monoglyceride blend on performance and intestinal health status of piglets fed diets without growth promoters. **Scientific Reports**, v. 15, n. 1, p. 10285, 25 mar. 2025.
- ADEWOLE, D. I.; OLADOKUN, S.; SANTIN, E. Effect of organic acids—essential oils blend and oat fiber combination on broiler chicken growth performance, blood parameters, and intestinal health. **Animal Nutrition**, v. 7, p. 1039–1051, 2021.
- ADIL, S.; BANDAY, M. T.; BHAT, G. A.; MIR, M. S.; REHMAN, M. Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, egg quality and gut health of laying hens. **Journal of Poultry Science**, v. 47, p. 365–369, 2010. DOI 10.4061/2010/479485.
- ADIL, S.; BANDAY, T.; BHAT, G.A.; MIR, M.S.; REHMAN, M. Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, intestinal histomorphology, and serum biochemistry of broiler chicken. **Veterinary Medicine International**, v. 2010, p. 479-485, 2010.
- ADIL, S.; BANDAY, M.T.; BHAT, G.A.; QURESHI, S.D.; WANI, S.A. Effect of supplemental organic acids on growth performance and gut microbial population of broiler chicken. **Livestock Research for Rural Development**, v, 23, n. 1, p. 1-8, 2011.
- ADIL, S.; BANDAY, M. T.; HUSSAIN, S. A.; WANI, M. A.; KHAN, A. A.; SHEIKH, I. U.; AFZAL, Y.; KASHOO, Z.; SHAH, S.; SHILBAYEH, S. A. R.; EL-SHABOURY, G. A. Modulation of performance, meat quality and gut health of broiler chicken in response to dietary nanoencapsulated lavender essential oil. **Scientific Reports**, v. 15, p. 40036, 2025. DOI 10.1038/s41598-025-23938-4.
- AGHAZADEH, A. M.; ABDOLKARIMI, R.; ASHKAVAND, Z. Effect of dietary thyme (*Thymus vulgaris*) and mint (*Mentha piperita*) on some blood parameters of broiler chickens. **Journal of Agricultural Science and Technology A**, v. 1, p. 1288–1290, 2011.

AHSAN, U.; CENGİZ, Ö.; RAZA, I.; KUTER, E.; CHACHER, M. F. A.; IQBAL, Z.; UMAR, S.; ÇAKIR, S. Sodium butyrate in chicken nutrition: the dynamics of performance, gut microbiota, gut morphology, and immunity. **World's Poultry Science Journal**, v. 72, p. 265–275, 2016. DOI: 10.1017/S0043933916000210.

AIKPITANYI, K.U.; IMASUEN, J.A. Evaluation of blood biochemical indices and egg yolk lipid profile in laying hens fed diets with black pepper and red pepper additives. **European Journal of Veterinary Medicine**, v. 4, p.1-9, 2024.

ALI, A.; PONNAMPALAM, E. N.; PUSHPAKUMARA, G.; COTTRELL, J. J.; SULERIA, H. A. R.; DUNSHEA, F. R. Cinnamon: a natural feed additive for poultry health and production: a review. **Animals**, v. 11, p. 2026, 2021. DOI 10.3390/ani11072026.

ARPÁSOVÁ, H; KACÁNIOVÁ, M; GÁLIK, B; CUBON, J; MELLEN, M. The effect of oregano essential oil and *Rhus coriaria* L. on selected performance parameters of laying hens. **Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies**, v. 47, n. 1, p. 12-16, 2014.

ARSLAN, C; PIRINÇ, A; EKER, N; SUR, E; ÜNDAG, I; KUSAT, T. Dietary encapsulated essential oil mixture influence on apparent nutrient digestibility, serum metabolic profile, lymphocyte histochemistry and intestinal morphology of laying hens. **Animal Bioscience**, v. 35, n. 5, p. 740–751, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL - ABPA. **Relatório anual**. 2025. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2025/04/ABPA.-Relatorio-Anual-2025.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2025.

AKBARI, M.; TORKI, M.; KAVIANI, K. Single and combined effects of peppermint and thyme essential oils on productive performance, egg quality traits, and blood parameters of laying hens reared under cold stress condition (6.8 ± 3 °C). **Poultry Science**, v. 95, n. 7, p. 1490–1496, 2016. DOI 10.1007/s00484-015-1042-6.

BABU, P.S; PRABUSEENIVASAN, S; IGNACIMUTHU, S. Cinnamaldehyde-a potential antidiabetic agent. **Phytomedicine** v.14, p.15–22, 2007.

BAIN, M. M.; NYS, Y.; DUNN, I. C. Increasing persistency in lay and stabilising egg quality in longer laying cycles: what are the challenges? **British Poultry Science**, v. 57, n. 3, p. 330–338, 2016. DOI 10.1080/00071668.2016.1168732.

BAŞER, E.; SEVİM, B.; AKBULUT, N. K.; ÇUFADAR, Y.; HALICI, İ.; KAL, Y.; TEKİK, H.; GÜLTEKİN, M.; SARMIENTO-GARCÍA, A. Thyme (*Thymus vulgaris* L.) essential oil supplementation: impact on performance, egg quality, serum, and faecal mineral content in laying partridges. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 23, n. 1, p. 21259, 18 fev. 2025.

BARBOSA, B. F. S.; LIMA, G. A.; VENTURA, G.; TREVIZAN, B. A.; CASTILLO, E. O. F.; BORTOLOTO, J. T.; POLYCARPO, G. V.; BILLER, J. D.; MADEIRA, A. M. B. N.; CRUZ-POLYCARPO, V. C. Supplementation of microencapsulated sodium butyrate on the performance, haemato- biochemical profile and intestinal microbiota composition of broiler chickens challenged with *Eimeria* spp. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 104, n. 1, 2024. DOI [10.1139/cjas-2023-0002](https://doi.org/10.1139/cjas-2023-0002).

BASMACIOĞLU MALAYOĞLU, H.; BAYSAL, S.; MISIRLIOĞLU, Z.; POLAT, M.; YILMAZ, H.; TURAN, N. Effects of oregano essential oil with or without feed enzymes on growth performance, digestive enzyme, nutrient digestibility, lipid metabolism and immune response of broilers fed on wheat–soybean meal diets. **British Poultry Science**, v. 51, n. 1, p. 67–80, 2010.

BISWAS, S.; KIM, I. H. A thorough review of phytogetic feed additives in non-ruminant nutrition: production, gut health, and environmental concerns. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 67, n. 3, p. 497–519, maio 2025.

BÖLÜKBAŞI, Ş.C; ERHAN, M.K; KAYNAR, Ö. The effect of feeding thyme, sage and rosemary € oil on laying hen performance, cholesterol and some proteins ratio of egg yolk and Escherichia Coli count in feces. **Arch.Geflügelk**, v. 72, n. 5, p. 231-237, 2008.

BONATO, M. A.; SAKOMURA, N. K.; PIVA, G. H.; BARBOSA, N. A. A.; MENDONÇA, M. O.; FERNANDES, J. B. K. Efeito de acidificantes e extratos vegetais sobre o desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 186–192, 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1023178/1/final7898.pdf>. Acesso em: 17 out. 2025.

BOZKURT, M; KÜÇÜKYILMAZ, K; ÇATLI, A.U; ÇINAR, M; BINTAS, E; ÇÖVEN, F. Performance, egg quality, and immune response of laying hens fed diets supplemented with mannan-oligosaccharide or an essential oil mixture under moderate and hot environmental conditions. **Poultry Science Association Inc**, p. 1379-1386, 2012a.

BOZKURT, M.; TOKUSOGLU, O.; KUÇUKYILMAZ, K.; AKSIT, H.; CABUK, M.; UĞUR ÇATLI, A.; SEYREK, K.; ÇINAR, M. Effects of dietary mannan oligosaccharide and herbal essential oil blend supplementation on performance and oxidative stability of eggs and liver in laying hens. **Italian Journal of Animal Science**, v. 11, n. 2, e41, 2012b.

BOZKURT, M.; BINTAŞ, E.; KIRKAN, Ş.; AKŞIT, H.; KÜÇÜKYILMAZ, K.; ERBAŞ, G.; ÇABUK, M.; AKŞIT, D.; PARIN, U.; EGE, G.; KOÇER, B.; SEYREK, K.; TÜZÜN, A. E. Comparative evaluation of dietary supplementation with mannan oligosaccharide and oregano essential oil in forced molted and fully fed laying hens between 82 and 106 weeks of age. **Poultry Science**, v. 95, p. 2576–2591, 2016. DOI: 10.3382/ps/pew140.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Atualização sobre uso racional de antimicrobianos e boas práticas de produção**. [S.l.]: MAPA, 2022a. p. 1-60

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Guia de uso racional de antimicrobianos na avicultura de postura**. [S.l.]: MAPA, 2022b. p. 1-63.

BRAUN, E. J.; SWEAZEA, K. L. Glucose regulation in birds. **Comparative Biochemistry and Physiology – Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, v. 151, n. 1, p. 1–9, 2008.

BURCH, D. Antimicrobial resistance. **Veterinary and Public Health concerns in Europe**, 2012.

ÇABUK, M; BOZKURT, M; ALÇIÇEK, A; ÇATLI, A.U; BAŞER, K.H.C. Effect of a dietary essential oil mixture on performance of laying hens in the summer season. **South African Journal of Animal Science**, v. 36, n. 4, p. 215-221, 2006.

CASALINO, G; DINARDO, F.C; D'AMICO, F; BOZZO, G; BOVE, A; CAMARDA, A; LOMBARDI, R; DIMUCCIO, M. M; CIRCELLA, E. Antimicrobial efficacy of cinnamon essential oil against avian pathogenic *Escherichia coli* from poultry. **Animals**, v. 13, n. 2639, p. 1-14, 2023.

CASE, G. L.; HE, L.; MO, H.; ELSON, C. E. Induction of geranyl pyrophosphate pyrophosphatase activity by cholesterol-suppressive isoprenoids. **Lipids**, v. 30, n. 4, p. 357–359, 1995.

CASTELLÓ, J. A. L.; PONTES, M.; GONZÁLEZ, F. F. **Producción de huevos**. Barcelona: Real Escuela de Avicultura, 1989. 367 p.

CHANG, X.; LI, Y.; HU, Y.; ZHANG, H.; DONG, X.; ZHANG, Y. The change of albumen quality during the laying cycle and related mechanisms. **Poultry Science**, v. 103, n. 4, 2024. DOI 10.1016/j.psj.2023.102628.

CIMRIN, T. Effect of cinnamaldehyde and 1,8-cineole on performance, egg quality and some blood parameters of laying hens. **Indian Journal of Animal Sciences**, v. 89, n. 4, p. 435–441, 2019.

CORTES, V. A.; BUSSO, D.; MAIZ, A.; ARTEAGA, A.; NERVI, F.; RIGOTTI, A. Physiological and pathological implications of cholesterol. **Frontiers in Bioscience: Landmark**, v. 19, n. 3, p. 416–428, 2014.

DARMAWAN, A.; OEZTÜRK, E.; GUENGOER, E.; OEZLUE, S.; JAYANEGARA, A. Effects of essential oils on egg production and feed efficiency as influenced by laying hen breed: A meta-analysis. **Veterinary World**, v. 17, n. 1, p. 197–206, 2024.

DEEPA, K.; PURUSHOTHAMAN, M. R.; VASANTHAKUMAR, P.; SIVAKUMAR, K. Butyric acid as an antibiotic substitute for broiler chicken – a review. **Advances in Animal and Veterinary Sciences**, v. 6, n. 2, p. 63–69, 2018. DOI: 10.17582/journal.aavs/2018/6.2.63.69.

DE VINCENZI, M.; STAMMATI, A.; DE VINCENZI, A.; SILANO, M. Constituents of aromatic plants: carvacrol. **Fitoterapia**, v. 75, p. 801–804, 2004. DOI 10.1016/j.fitote.2004.05.002.

DIBNER, J. J.; BUTTIN, P. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. **Poultry Science**, v. 81, n. 4, p. 428–436, 2002. DOI 10.1093/ps/81.4.428.

DING, X; YU, Y; SU, Z; ZHANG, K. Effects of essential oils on performance, egg quality, nutrient digestibility and yolk fatty acid profile in laying hens. **Animal Nutrition** v. 3, p. 127-131, 2017.

DEY, B.; GOSWAMI, P.; RODDUR, Q.; JAHAN, N.; KOLY, S.; ASIF, A. Effect of butyric glycerides on the performance metrics and egg quality in laying pullets. **Bangladesh Journal of Animal Science**, v. 53, n. 2, p. 31–39, 2024.

EFSA; BAMPIDIS, V.; AZIMONTI, G.; BASTOS, M. L.; CHRISTENSEN, H.; DUSEMUND, B.; et al. Safety and efficacy of a feed additive consisting of a preparation of carvacrol, thymol, D-carvone, methyl salicylate and L-menthol (Biomim® DC-P) for all poultry species (Biomim GmbH). **EFSA Journal**, v. 20, p. 7429, 2022. DOI 10.2903/j.efsa.2022.7429.

ELBAZ, A. M.; EL-HAWY, A. S.; SALEM, F. M.; LOTFY, M. F.; ATEYA, A.; ALSHEHRY, G.; ALGHAMDI, Y. S.; ABD EL-HACK, M. E.; ELOLIMY, A. A.; ABDELHADY, A. Y. Dietary incorporation of melittin and clove essential oil enhances performance, egg quality, antioxidant status, gut microbiota, and MUC-2 gene expression in laying hens under heat stress conditions. **Italian Journal of Animal Science**, v. 24, n. 1, p. 1762–1773, 2025.

ELBE, H.; YIGITTURK, G.; CAVUSOGLU, T.; BAYGAR, T.; OZGUL ONAL, M.; OZTURK, F. Comparison of ultrastructural changes and the anticarcinogenic effects of thymol and carvacrol on ovarian cancer cells: which is more effective? **Ultrastructural Pathology**, v. 44, p. 193–202, 2020. DOI 10.1080/01913123.2020.1740366.

EL-HACK, M. E. A.; EL-SAADONY, M. T.; SALEM, H. M.; EL-TAHAN, A. M.; SOLIMAN, M. M.; YOUSSEF, G. B. A.; TAHA, A. E.; SOLIMAN, S. M.; AHMED, A. E.; EL-KOTT, A. F.; AL SYAAD, K. M.; SWELUM, A. A. Alternatives to antibiotics for organic poultry production: types, modes of action and impacts on bird's health and production. **Poultry Science**, v. 101, n. 4, e101696, 2022.

ELNAGGAR, A. S.; EL-MAATY, H. M. A. Impact of using organic acids on growth performance, blood biochemical and hematological traits and immune response of ducks (*Cairina moschata*). **Egyptian Poultry Science Journal**, v. 37, n. 3, p. 907-925, 2017.

ELNESR, S.S; ROPY, A; ABDEL-RAZIK, A.H. Effect of dietary sodium butyrate supplementation on growth, blood biochemistry, haematology and histomorphometry of intestine and immune organs of Japanese quail. **Animal**, v. 13:6, p. 1234–1244, 2019.

EI-SAADONY, M.T; YAQOUB, M.U; HASSAN, F.U; ALAGAWANY, M; ARIF, M; TAHA, A.E; ELNESR, S.S; EL-TARABILY, K.A; EL-HACK, M.E.A. Applications of butyric acid in poultry production: the dynamics of gut health, performance, nutrient utilization, egg quality, and osteoporosis. **Animal Health Research Reviews**, v. 23, p.136-146, 2022.

EZELDIEN, S; DRAMOU, F; YOUSSEFF, F, M; NIKISHOV, A.A; SELEZNEV, S, B. Effects of camomile aqueous extract on productive performance, egg quality, and

serum biochemical parameters in laying japanese quails. **Advances in Animal and Veterinary Sciences**, v. 11, n. 6, p. 878-885, 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Tackling antimicrobial resistance in food and agriculture**. Roma: FAO, 2024. 66 p. DOI10.4060/cc9185en. Acesso em: 20 fev. 2025.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **New webinar "Understanding the basics of environmental Antimicrobial Resistance (AMR) for national action"**. Disponível em: <https://www.fao.org/land-water/news/newsdetails/zh/c/1600093/#:~:text=AgriWASH%20and%20WASH%20and%20wastewater%20management.%20This,animal%20health%2C%20food%20systems%2C%20ecosystems%2C%20livelihoods%20and>. Acesso em: 27 fev. 2026.

FENG, J; LU, M; WANG, J; ZHANG, H; QIU, K; QI, G; WU, S. Dietary oregano essential oil supplementation improves intestinal functions and alters gut microbiota in late-phase laying hens. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 12, n. 72, p. 1-15, 2021.

FIGUEIREDO, C. S. S; OLIVEIRA, P. V; SAMINEZ, W. F. S; DINIZ, R. M; RODRIGUES, J. F. S; SILVA, M. S. M; SILVA, L. C. N; GRISOTTO, M. A. G. Óleo essencial da canela (cinamaldeído) e suas aplicações biológicas. **Revista de Investigação Biomédica**, v. 9, n. 2, p. 192-197, 2017.

FOULADI, P.; EBRAHIMNEZHAD, Y.; AGHDAM SHAHRYAR, H.; MAHERI, N.; AHMADZADEH, A. Effects of organic acids supplement on performance, egg traits, blood serum biochemical parameters and gut microflora in female Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 20, p. 1–144, 2018. DOI 10.1590/1806-9061-2016-0375.

FREITAS, R. *et al.* Utilização do alho (*Allium sativum* L.) como promotor de crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 761-765, 2001.

GERZILOV, V.; HRISTAKIEVA, P. Organic acids supplementation in poultry nutrition: a review. **Open Veterinary Journal**, v. 15, n. 8, p. 3448, 2025.

GHAFFAR, A.; LILJEBJELKE, K.; CHECKLEY, S. L.; FAROOQ, M.; MAHMOUD, M. E.; WADUGE, L. W.; SUHAIL, S. M.; MUDIYANSELAGE, H. H.; ABDUL-CAREEM, M. F. Layer chicken manure as a hotspot for the dissemination of microbial communities and antimicrobial resistance genes: metagenomic insights. **Animal Diseases**, v. 5, p. 50, 2025. <https://doi.org/10.1186/s44149-025-00204-8>

GHANIMA, M.M.A; ALAGAWANY, M; EL-HACK, M.E.A; TAHA, A.; ELNESR, S.S; AJAREM, J; ALLAM, A.A; MAHMOUD, A.M. Consequences of various housing systems and dietary supplementation of thymol, carvacrol, and eugenol on performance, egg quality, blood chemistry, and antioxidant parameters. **Poultry Science**, v. 99, p. 4384-4397, mai. 2020.

GHOLAMI-AHANGARAN, M.; AHMADI-DASTGERDI, A.; AZIZI, S.; BASIRATPOUR, A.; ZOKAEI, M.; DERAKHSHAN, M. Thymol and carvacrol

supplementation in poultry health and performance. **Veterinary Medicine and Science**, v. 8, n. 1, p. 267–288, jan. 2022. DOI 10.1002/vms3.v8.1.

GRŽINIĆ, G.; PIOTROWICZ-CIEŚLAK, A.; KLIMKOWICZ-PAWLAS, A.; GÓRNY, R. L.; ŁAWNICZEK-WAŁCZYK, A.; PIECHOWICZ, L.; OLKOWSKA, E.; POTRYKUS, M.; TANKIEWICZ, M.; KRUPKA, M.; SIEBIELEC, G.; WOLSKA, L. Intensive poultry farming: a review of the impact on the environment and human health. **Science of the Total Environment**, v. 858, p. 160014, 2023. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.160014.

HAMMAD, S. M.; SIEGEL, H. S.; MARKS, H. L. Total cholesterol, total triglycerides, and cholesterol distribution among lipoproteins as predictors of atherosclerosis in selected lines of Japanese quail. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 119, n. 2, p. 485–492, 1998.

HANIF, M.; NOUREEN, S.; KHAN, S.; ZAHOR, A.; HUSSAIN, A.; KHAN, A. Effect of mineral mix-enriched essential oil supplementation on egg production, antibody titer, physical and chemical egg quality, and yolk fatty acid profile of laying hens. **Journal of Advanced Veterinary Research**, v. 14, p. 1079-1084, 2024.

HAO, Y.; GUO, X.; YANG, R.; YAN, Y.; SUN, M.; LI, H.; BAI, H.; CUI, H.; LI, J.; SHI, L. Unraveling the biosynthesis of carvacrol in different tissues of *Origanum vulgare*. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23, p. 13231, 2022. DOI 10.3390/ijms232113231.

HASHEMIPOUR, H.; KERMANSHAHI, H.; GOLIAN, A.; VELDKAMP, T. Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 92, p. 2059–2069, 2013. DOI 10.3382/ps.2012-02685.

HASSANPOUR, H.; NASIRI, L.; FALLAH, A. A.; KARIMI-SHAYAN, T. Effects of Dietary *Thymus vulgaris* on Laying Hens: A Systematic Review and Meta-Analysis of Productive Performance and Egg Quality. **Veterinary Medicine and Science**, v. 11, n. 5, p. e70614, set. 2025.

HE, X.; HAO, D.; LIU, C.; ZHANG, X.; XU, D.; XU, X.; WANG, J.; WU, R. Effect of supplemental oregano essential oils in diets on production performance and relatively intestinal parameters of laying hens. **American Journal of Molecular Biology**, v. 7, p. 73-85, 2017.

HIPPENSTIEL, F.; ABDEL-WARETH, A. A. A.; KEHRAUS, S.; SÜDEKUM, K. H. Effects of selected herbs and essential oils, and their active components on feed intake and performance of broilers – a review. **Archiv für Geflügelkunde**, v. 75, n. 4, p. 226-234, 2011. DOI 10.1016/S0003-9098(25)00780-5.

HOCHLEITHNER, M. Biochemistries. In: RITCHIE, B. W.; HARRISON, G. J.; HARRISON, L. R. **Avian medicine: principles and application**. Lake Worth: Wingers Publishing, p. 176–198, 1994.

HUANG, J.; GUO, F.; ABBAS, W.; HU, Z.; LIU, L.; QIAO, J.; BI, R.; XU, T.; ZHANG, K.; HUANG, J.; GUO, Y.; WANG, Z. Effects of microencapsulated essential oils and organic acids preparation on growth performance, slaughter characteristics, nutrient digestibility and intestinal microenvironment of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 103, n. 5, p. 103655, 2024.

HU, H.; HUANG, Y.; LI, A.; MI, Q.; WANG, K.; CHEN, L.; ZHAO, Z.; ZHANG, Q.; BAI, X.; PAN, H. Effects of different energy levels in low-protein diet on liver lipid metabolism in the late-phase laying hens through the gut-liver axis. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 15, art. 98, 2024. DOI 10.1186/s40104-024-01055-y.

HY-LINE INTERNATIONAL. Hy-Line Brown: sistemas convencionais. West Des Moines: Hy-Line International, 2024. 105 p. (Manual técnico).

IMRAN, M.; AHMED, S.; DITTA, Y. A.; MEHMOOD, S.; KHAN, M. I.; GILLANI, S. S.; RASOOL, Z.; SOHAIL, M. L.; MUSHTAQ, A.; UMAR, S. Effect of microencapsulated butyric acid supplementation on growth performance, ileal digestibility of protein, duodenal morphology and immunity in broilers. **Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society**, v. 69, n. 3, p. 1109–1116, 2018. DOI: 10.12681/jhvms.18883.

IMRAN, M.; ASLAM, M.; ALSAGABY, S. A.; SAEED, F.; AHMAD, I.; AFZAAL, M.; ARSHAD, M. U.; ABDELGAWAD, M. A.; EL-GHORAB, A. H.; KHAMES, A.; SHARIAT, M. A.; AHMAD, A.; HUSSAIN, M.; IMRAN, A.; ISLAM, S. Therapeutic application of carvacrol: a comprehensive review. **Food Science & Nutrition**, v. 10, p. 3544–3561, 2022. DOI: 10.1002/fsn3.v10.11.

IRAQI, E. E.; EL-SAHN, A. A.; EL-BARBARY, A. M.; AHMED, M. M.; ELKOMY, A. E. Antimicrobial activity of tea tree and lavender essential oils and their effects on hatching performance and eggshell bacterial count of Japanese quail eggs. **BMC Veterinary Research**, v. 21, n. 1, p. 176, 17 mar. 2025.

IRAWAN, A.; HIDAYAT, C.; JAYANEGARA, A.; RATRIYANTO, A. Essential oils as growth-promoting additives on performance, nutrient digestibility, cecal microbes, and serum metabolites of broiler chickens: a meta-analysis. **Animal Bioscience**, v. 34, n. 9, p. 1499–1513, 1 set. 2021.

ISMAEL, E.; KAMEL, S.; ELLEITHY, E. M. M.; BEKEER, M. R.; FAHMY, K. N. E. Comparative effects of dietary sodium butyrate and tributyrin on broiler chickens' performance, gene expression, intestinal histomorphometry, blood indices, and litter. **Scientific Reports**, v. 15, n. 1, p. 26045, 18 jul. 2025.

JAHANIAN, R.; GOLSHADI, M. Effect of dietary supplementation of butyric acid glycerides on performance, immunological responses, ileal microflora, and nutrient digestibility in laying hens fed different basal diets. **Livestock Science Journal**, v. 178, p.228-236, 2015.

JANARDHAN, M. S. **Performance of broiler chicken on dietary supplementation of sodium butyrate.** 2021. 154 f. Dissertação (Master of Veterinary Science em Animal Nutrition). Post Graduate Institute of Veterinary and

Animal Sciences, Maharashtra Animal and Fishery Sciences University, Nagpur, India, 2021.

JIANG, Y.; ZHANG, W.; GAO, F.; ZHOU, G. Effect of sodium butyrate on intestinal inflammatory response to lipopolysaccharide in broiler chickens. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 95, p. 389–395, 2015. DOI: 10.4141/CJAS-2014-183.

JOHNSON, A. M.; ANDERSON, G.; ARGUELLES-RAMOS, M.; ALI, A. A. B. Effect of dietary essential oil of oregano on performance parameters, gastrointestinal traits, blood lipid profile, and antioxidant capacity of laying hens during the pullet phase. **Frontiers in Animal Science**, v. 3, p. 1072712, 15 dez. 2022.

JOHNSON, A. M.; ANDERSON, M. G.; ARGUELLES-RAMOS, M.; ALI, A. B. A. The effects of dietary oregano essential oil on production, blood parameters, and egg quality of laying hens during the early lay phase. **Animal: Open Space**, v. 4, p. 100090, 2025. DOI 10.1016/j.anopes.2024.100090.

KAMEL, C. A novel look at a classic approach of plant extracts. **Feed Mix: The International Journal on Feed, Nutrition and Technology: Special: Alternatives to antibiotics**, Doetinchen, p.19-21, 2000.

KAYA, A.; KAYA, H.; GÜL, M.; YILDIRIM, A.; TIMURKAAN, S. Effect of different levels of organic acids in the diets of hens on laying performance, egg quality criteria, blood parameters, and intestinal histomorphology. **Indian Journal of Animal Research**, v. 49, n. 5, p. 645–651, 2015. DOI 10.18805/ijar.5577.

KHAN, M. T.; REHMAN, M. F. I.; ARSLAN, M. I.; JAVAID, A.; FAROOQ, U.; ASAD, T. I.; NISA, Q.; AZHAR, M. I.; BUGHIO, E. V.; LIAQAT, S.; ASLAM, S. V.; ALI, F.; ALI, H. Effect of blend of essential oils on growth performance, carcass characteristics, meat quality, intestinal morphology, serum biochemistry, and immune response of broiler chickens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 26, n. 1, p. 001–010, 2024. DOI 10.1590/1806-9061-2023-1853.

KHAWAJA, T.; KHAN, S. H.; MUKHTAR, N.; PARVEEN, A. Effect of different levels of lysine and methionine on performance and egg characteristics of laying hens during different stages of production. **Journal of Animal and Plant Sciences**, v. 23, n. 3, p. 745–750, 2013.

KIARIE, E. G.; CHENG, V.; TAN, Z.; CHEN, W.; XU, X.; PENG, Y.; LIU, H.; QIN, Z.; PENG, X. Comparative impact of bacitracin and select feed additives in the feeding program of Lohmann LSL-Lite pullets at the onset of lay through to 31 weeks of age. **Translational Animal Science**, v. 8, p. txae013, 1 jan. 2024.

KULSHRESHTHA, G.; RATHGEBER, B.; STRATTON, G.; THOMAS, N.; EVANS, F.; CRITCHLEY, A.; HAFTING, J.; PRITHIVIRAJ, B. Feed supplementation with red seaweeds, *Chondrus crispus* and *Sarcodiotheca gaudichaudii*, affects performance, egg quality, and gut microbiota of layer hens. **Poultry Science**, v. 93, p. 2991–3001, 2014. DOI: 10.3382/ps.2014-04200.

LEE, K. W.; EVERTS, H.; KAPPERT, H. J.; YEOM, K.-H.; BEYNEN, A. C. Dietary carvacrol lowers body weight gain but improves feed conversion in female broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 12, p. 394–399, 2003. DOI 10.1093/japr/12.4.394.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial poultry nutrition**. 3. ed. Nottingham: Nottingham University Press, 2005.

LI, A.; HU, H.; HUANG, Y.; YANG, F.; MI, Q.; JIN, L.; LIU, H.; ZHANG, Q.; PAN, H. Effects of dietary metabolizable energy level on hepatic lipid metabolism and cecal microbiota in aged laying hens. **Poultry Science**, v. 103, n. 103855, p.1-10, 2024. DOI 10.1016/j.psj.2024.103855.

LI, S.; WANG, Z.; ZHAO, Y.; LIU, Y.; ZHANG, Q. Study on changes in egg quality traits and genetic parameters of different laying hens across extended laying cycles. **Poultry Science**, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003257912500745X>. Acesso em: 17 out. 2025.

LIMA, A. V.; SOUZA, P. E. L.; RODRIGUES, A. B.; NASCIMENTO, C. H.; CORREA, L. M.; SILVA, R. D. S.; JUNIOR, C. B. D. C.; SILVA, E. G. D.; COSTA, F. G. P.; GUERRA, R. R. Biochemical parameters of laying hens and japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista observatorio de la economia latinoamericana**, v. 23, n.10, p.01-20, 2025. DOI 10.55905/oelv23n10-045.

LEVY, A. W.; KESSLER, J. W.; FULLER, L.; WILLIAMS, S.; MATHIS, G. F.; LUMPKINS, B.; VALDEZ, F. Effect of feeding an encapsulated source of butyric acid (ButiPEARL) on the performance of male Cobb broilers reared to 42 d of age. **Poultry Science**, v. 94, p. 1864–1870, 2015. DOI: 10.3382/ps/pev130. LIU, J. D.; BAYIR, H. O.; COSBY, D. E.; COX, N. A.; WILLIAMS, S. M.; FOWLER, J. Evaluation of encapsulated sodium butyrate on growth performance, energy digestibility, gut development, and *Salmonella* colonization in broilers. **Poultry Science**, v. 96, p. 3638–3644, 2017. DOI: 10.3382/ps/pex174.

LUMEIJ, J. T. Avian clinical biochemistry. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5. ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932 p.

MAHDAVI, R.; TORKI, M. Study on usage period of dietary protected butyric acid on performance, carcass characteristics, serum metabolite levels and humoral immune response of broiler chicken. **Journal of Animal Veterinary Advances**, v. 8, n. 9, p. 1702–1709, 2009.

MAIORKA, A.; LAURENTIZ, A. C.; SANTIN, E.; ARAÚJO, L. F.; MACARI, M. Dietary vitamin or mineral mix removal during the finisher period on broiler chicken performance. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 11, n. 2, p. 121–126, 2002. DOI 10.1093/japr/11.2.121

MAK, P. H. W.; REHMAN, M. A.; KIARIE, E. G.; TOPP, E.; DIARRA, M. S. Production systems and important antimicrobial resistant-pathogenic bacteria in

poultry: a review. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 13, n. 148, 2022. DOI 10.1186/s40104-022-00786-0.

MANTZIOS, T; STYLIANAKI, I; SAVVIDOU, S; DOKOU, S; PAPADOPOULOS, G.A; PANITSIDS, I; PATSIAS, A; RAJ, J; VASILJEVIC, M; PAJIC, M; OSORIO, L.M.G; NEUMÜLLER, J.B; TSIOURIS, V; GIANNENAS, I. Effects of dietary supplementation of essential oils, lysozyme, and vitamins' blend on layer hen performance, viral vaccinal response, and egg quality characteristics. **Vaccines**, v.12, n. 147, p.1-17, 2024.

MARINELLI, L.; DI STEFANO, A.; CACCIATORE, I. Carvacrol and its derivatives as antibacterial agents. **Phytochemistry Reviews**, v. 17, p. 903–921, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11101-018-9569-x>.

MARTINS, C. R. **Qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com óleos essenciais como aditivo alternativo**. 2020. 49 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural Sustentável) – Universidade Estadual de Goiás, campus São Luís de Montes Belos, Goiás, 2020.

MATY, H. N; HASSAN, A. A. Effect of supplementation of encapsulated organic acid and essential oil Gallant® on some physiological parameters of japanese quails. **Iraqi Journal of Veterinary Sciences**, v. 34, n. 01, p. 181-188, 2020.

MELLOR, S. Alternatives to antibiotic. **Pig Progress**, v.16, p.18-21, 2000.

MELUZZI, A.; PRIMICERI, G.; GIORDANI, R.; FABRIS, G. Determination of blood constituents reference values in broilers. **Poultry Science**. v. 71, p. 337-345, 1992.

MENDOZA–ORDOÑEZ, G.; CALLACNÁ–CUSTODIO, M.; ARMAS–AZABACHE, V.; LOYAGA–CORTÉZ, B.; YBAÑEZ–JULCA, R.; ASUNCIÓN–ALVAREZ, D.; SAAVEDRA–SARMIENTO, H.; RODRIGUEZ–VARGAS, A. Effects of nanoencapsulated essential oil blend in diet of Lohmann Brown hens on posture percentage, quality and egg oxidative stability. **Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias**, v. 35, n. 1, p. 7, 14 jan. 2025.

MIAO, S; ZHOU, W; LI, H; ZHU, M; DONG, X; ZOU, X. Effects of coated sodium butyrate on production performance, egg quality, serum biochemistry, digestive enzyme activity, and intestinal health of laying hens. **Italian Journal of Animal Science**, v. 20, n. 1, p. 1452-1461, 2021.

MIGLIORINI M.J; BOIAGO M.M; ROZA L.F; BARRETA M; ARNO A; ROBAZZA W.S; GALVÃO A.C; GALLI G.M; MACHADO G; BALDISSERA M.D; WAGNER R; STEFANI L.C.M; SILVA A.S da. Oregano essential oil (*Origanum vulgare*) to feed laying hens and its effects on animal health. In: **ANAIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS**, v. 91, n.1, p. 1-10, 2019.

MITSCH, P.; ZITTERL-EGLSEER, K.; KÖHLER, B.; GABLER, C.; LOSA, R.; ZIMPERNIK, I. The effect of two different blends of essential oil components on the proliferation of *Clostridium perfringens* in the intestines of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 83, p. 669–675, 2004.

MOHAMED, R. S.; ALAGAWANY, M.; ATTIA, A. I.; ISMAIL, F. S. A.; SALAH, A. S.; DI CERBO, A.; AZZAM, M. M.; ARAFA, M. M.; EL-MEKKAWY, M. M. The role of camomile oil against ochratoxin A in quail breeders: productive and reproductive performances, egg quality, and blood metabolites. **Poultry Science**, v. 103, n. 103440, p. 1–9, 2024. DOI: 10.1016/j.psj.2024.103440.

MOLNÁR, A.; BUGANÉŐ, G.; HORVÁTH, J.; NAGY, I.; NAGY, B.; NAGY, T.; SURÁNYI, G. Age-related changes in production, egg quality, yolk cholesterol, and serum biochemical parameters of laying hens. **Poultry Science**, v. 95, p. 1692–1700, 2016. DOI 10.3382/ps/pev053.

MOQUET, P. C. A.; SALAMI, S. A.; ONRUST, L.; HENDRIKS, W. H.; KWAKKEL, R. P. Butyrate presence in distinct gastrointestinal tract segments modifies differentially digestive processes and amino acid bioavailability in young broiler chickens. **Poultry Science**, v. 97, n. 1, p. 167-176, 2018.

MOREIRA, L. F. S.; CAMARGOS, R. D. S.; ALMEIDA, A. A. D.; PANTANO, C.; GONÇALVES, R. A.; GERALDO, A. Probiotic supplementation in diets for laying hens and its effects on the internal quality of eggs stored under refrigeration. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 47, n. 1, p. e70648, 21 mar. 2025.

NAMAZI, N.; LARIJANI, B.; AZADBAKHT, L. Cinnamon supplementation and blood lipid levels: a systematic review and meta-analysis. **Phytotherapy Research**, v. 33, p. 2035–2046, 2019. DOI 10.1002/ptr.6386.

NAWROT, J.; GUMOWSKI, M.; POPIELA, E.; SIERŻANT, K.; ASGHAR, M. U.; SAJID, Q. U. A.; KORCZYŃSKI, M.; KONKOL, D. Effects of dietary medium-chain fatty acids, probiotics, and organic acid salts on laying hen performance and egg quality. **Journal of Animal and Feed Sciences**, 4 jun. 2025.

OBIANWUNA, U. E.; CHANG, X.; OLEFORUH-OKOLEH, V. U.; ONU, P. N.; ZHANG, H.; QIU, K.; WU, S. Phytobiotics in poultry: revolutionizing broiler chicken nutrition with plant-derived gut health enhancers. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 15, n. 1, p. 169, 2024. DOI 10.1186/s40104-024-01101-9.

ONI, A. I.; OKE, O. E. Gut health modulation through phytochemicals in poultry: mechanisms, benefits, and applications. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 12, p. 1616734, 20 ago. 2025.

ORZUNA, J.F.O.; BUENO, A.L. Essential oils as a dietary additive for laying hens: performance, egg quality, antioxidant status, and intestinal morphology: a meta-analysis. **Agriculture**, v. 13, n. 1294, p. 1-15, 2023.

ÖZEK, K.; WELLMANN, K. T.; ERTEKIN, B.; TARIM, B. Effects of dietary herbal essential oil mixture and organic acid preparation on laying traits, gastrointestinal tract characteristics, blood parameters and immune response of laying hens in a hot summer season. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 20, p. 575–586, 2011.

PAPATSIROS, V. G.; CHRISTODOULOPOULOS, G.; FILIPPOPOULOS, L. C. The use of organic acids in monogastric animals (swine and rabbits). **Journal of Cell and Animal Biology**, v. 6, n. 10, p. 154-159, 2012.

PING, H.; ZHANG, G.; REN, G. Antidiabetic effects of cinnamon oil in diabetic KK-Ay mice. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, p. 2344–2349, 2010.

POLAT, U.; YESILBAG, D.; EREN, M. Serum biochemical profile of broiler chickens fed diets containing rosemary and rosemary volatile oil. **Journal of Biological and Environmental Sciences**, v. 5, n. 13, p. 23–30, 2011.

PUVAČA, N.; TUFARELLI, V.; GIANNENAS, I. Essential Oils in Broiler Chicken Production, Immunity and Meat Quality: Review of *Thymus vulgaris*, *Origanum vulgare*, and *Rosmarinus officinalis*. **Agriculture**, v. 12, n. 6, p. 874, 2022. DOI 10.3390/agriculture12060874.

QAISRANI, S.N.; KRIMPEN, M.M.V.; KWAKKEL, R.P.; VERSTEGEN, M.W.A.; HENDRIKS, W.H. Diet structure, butyric acid, and fermentable carbohydrates influence growth performance, gut morphology, and cecal fermentation characteristics in broilers. **Poultry Science**, v. 94, p. 2152–2164, 2015.

QIANG, T.; ZHANG, K.; ZENG, Q.; DING, X.; BAI, S.; LIU, Y.; XU, S.; XUAN, Y.; LI, S.; WANG, J. Comparative analysis of intestinal and reproductive function in older laying hens with three egg laying levels. **Frontiers in Microbiology**, v. 16, p. 1582516, 3 jul. 2025.

RACANICCI, A. M. C.; DANIELSEN, B.; MENTEN, J. F. M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SKIBSTED, L. H. Antioxidant effect of dittany (*Origanum dictamnus*) in precooked chicken meat balls during chill-storage in comparison to rosemary (*Rosmarinus officinalis*). **European Food Research and Technology**, v. 218, p. 521–524, 2004. DOI: 10.1007/s00217-004-0907-4.

RACANICCI, A. M. C.; DANIELSEN, B.; SKIBSTED, L. H. Mate (*Ilex paraguariensis*) as a source of water extractable antioxidant for use in chicken meat. **European Food Research Technology**, v. 227, p. 255-260, 2008.

RAFAEL, J. M. **Effects of levels of threonine and a phytogetic additive in the diets on the performance and gut health of chickens challenged with Eimeria spp.** 2015. 68 f. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

RAHMAN, M. S; HOWLIDER, M. A. R; MAHIUDDIN, M; RAHMAN, M. M. Effect of supplementation of organic acids on laying performance, body fatness and egg quality of hens. **Bangladesh Journal of Animal Science**, v. 37, n. 2, p. 74-81, 2008.

RAMIREZ, S.Y; PEÑUELA-SIERRA, L.M; OSPINA, M.A. Effects of oregano (*Lippia organoides*) essential oil supplementation on the performance, egg quality, and intestinal morphometry of Isa Brown laying hens. **Veterinary World**, v.14, p.595-602, 2021.

RAO, P. V.; GAN, S. H. Cinnamon: a multifaceted medicinal plant. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2014, p. 642942, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/642942>.

R CORE TEAM. **R**: A Language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2024. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 20 fev. 2026.

REZAEIPOUR, M; AFSHARMANESH, M; BAM, M. K. Evaluation of the effect of short-chain organic acids and probiotics on production performance, egg white quality, and fecal microbiota of laying hens. **Comparative Clinical Pathology**, v. 31, p. 621-626, 2022.

REZENDE, M. S.; SILVA, P. L.; GUIMARÃES, E. C.; LELLIS, C. G.; MUNDIM, A. V. Variações fisiológicas, influência da idade e sexo no perfil bioquímico sanguíneo de aves da linhagem pesada de frango de corte na fase de recria. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 5, p. 1649-1658, 2019.

RICKE, S.C. Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials. **Poultry Science** v.82, p. 632–639, 2003.

RICKE, S. C. Impact of alternative feed additives on gut health and productivity of laying hens: a review. **Poultry Science**, v. 97, n. 3, p. 1006–1015, 2018. DOI 10.3382/ps/pex421.

RIZZO, P. V.; MENTEN, J. F. M.; RACANICCI, A. M. C.; TRALDI, A. B.; SILVA, C. S.; PEREIRA, P. W. Z. Extratos vegetais em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 4, p. 801-807, 2010.

RODJAN, P; WATTANASIT, S; THONGPRAJUKAEW, K; FAROONGSARNG, D. Effect of dietary coated granules containing garlic oil diallyl disulphide and diallyl trisulphide on performance, in vitro digestibility and gastrointestinal functionality in laying hens. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 106, p. 118–131, 2022.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; CALDERANO, A. A.; HANNAS, M. I.; SAKOMURA, N. K.; PERAZZO, F. G.; ROCHA, G. C.; SARAIVA, A.; ABREU, M. L. T.; GENOVA, J. L.; TAVERNARI, F. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 5. ed. Viçosa: UFV, 576 p., 2024.

SALAHUDDIN, M.; ABDEL-WARETH, A. A. A.; STAMPS, K. G.; GRAY, C. D.; AVIÑA, A. M. W.; FULZELE, S.; LOHAKARE, J. Enhancing laying hens' performance, egg quality, shelf life during storage, and blood biochemistry with *Spirulina platensis* supplementation. **Veterinary Sciences**, v. 11, n. 8, art. 383, 2024. DOI: 10.3390/vetsci11080383.

SALEM, F. M. The effect of organic acids addition in laying hens diets on egg production, egg quality, shell characteristics and some blood constituents during the last stage of production. **Animal Science Reporter (e-edition)**, v. 13, n. 3, p. 15–30, 2020.

SANTURIO, J. M.; SANTURIO, D. F.; POZZATTI, P.; MORAES, C.; FRANCHIN, P. R.; ALVES, S. H. Atividade antimicrobiana dos óleos essenciais de orégano, tomilho e canela frente a sorovares de *Salmonella* entérica de origem avícola. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 803–808, 2007.

SALEEVA, I. P.; MOROZOV, V. YU.; KOLESNIKOV, R. O.; ILYINA, L. A.; SUKHANOVA, S. F.; SOKOLOVA, K. A.; VOROPAIEV, V. V. The potential of using organic acids in poultry farming to reduce microbial burden and increase productivity (Review). **BIO Web of Conferences**, v. 179, p. 01007, 2025.

SCHMIDT, E. M. S.; LOCATELLI-DITTRICH, R.; SANTIN, E.; PAULILLO, A. C. Patologia clínica em aves de produção - uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola - revisão. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 12, n. 3, p. 9-20, 2007.

SENGOR, E; YARDIMCI, M; CETINGUL, S; BAYRAM, I; SAHIN, H; DOGAN, I. Effects of short chain fatty acid (SCFA) supplementation on performance and egg characteristics of old breeder hens. **South African Journal of Animal Science**, v. 37, n. 3, p. 158-163, 2007.

SHALABY, M. A.; SAIFAN, H. Y.; ABO-EL-SOUD, K.; TONY, M. A.; YASSIN, A. M. Sodium butyrate and rosemary herb improve growth performance, biochemical profile, immunity, and carcass traits in broiler chickens. **Open Veterinary Journal**, v. 14, n. 5, p. 1243–1250, 2024. DOI 10.5455/OVJ.2024.v14.i5.19.

SLIMEN, I. B.; BOA, M. V.; LENGILIZ, S.; BEJAOU, B.; SAMTI, H.; ABBASSI, M. S.; M'HAMDI, N.; CHAVERIAT, L.; MARTIN, P.; ABDERRABBA, M.; NAJAR, T. Effects of carvacrol on growth performance, carcass traits, serum biochemistry, and intestinal gut microflora of broiler chickens. **Frontiers in Animal Science**, v. 6, 2025. DOI 10.3389/fanim.2025.1563915

SPINOSA, H.S; GORNIK, S.L; BERNARDI, M.M. **Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. p. 824.

ŞEKEROĞLU, A.; ALAGÖZ, G.; KABAKCI, R.; ERDOĞAN, Z.; DURMUŞ, İ. The impact of laying hen age, egg-laying time, cage tier and cage direction on egg quality traits in hens in an enriched cage system. **Poultry Science**, 2024. DOI 10.1016/j.psj.2024.103787.

SIDIROPOULOU, E.; SKOUFOS, I.; MARUGAN-HERNANDEZ, V.; GIANNENAS, I.; BONOS, E.; AGUIAR-MARTINS, K.; LAZARI, D.; BLAKE, D. P.; TZORA, A. In vitro anticoccidial study of oregano and garlic essential oils and effects on growth performance, fecal oocyst output, and intestinal microbiota in vivo. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 7, p. 420, 31 jul. 2020.

SILVA, C.T. **Uso do óleo essencial de marmeleiro na ração de frangos de corte**. 2012. 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2012.

SILVA, D. R. P.; BRANDÃO, P. A.; OLIVEIRA, K. D. S.; MEDEIROS, T. T. B.; SILVA, J. V. C.; ALMEIDA, J. M. S. *Foeniculum vulgare* (fennel) and *Cymbopogon winterianus* (citronella) essential oils to replace a growth promoter in the diet of

European quails. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 23, p. 1–9, 2022. DOI: 10.1590/S1519-994002000162022.

SILVERSIDES, F. G.; SCOTT, T. A. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. **Poultry Science**, v. 80, p. 1240–1245, 2001.

SOBCZAK, A.; KOZŁOWSKI, K. Effect of dietary supplementation with butyric acid or sodium butyrate on egg production and physiological parameters in laying hens. **European Poultry Science**, v. 80, p. 1–14, 2016.

SOBCZAK, A.; KOZŁOWSKI, K. Effect of dietary supplementation with butyric acid or sodium butyrate on egg production and physiological parameters in laying hens. **European Poultry Science**, v. 80, p. 1–14, 2016.

SOLOMON, S. E. **Egg & eggshell quality**. Glasgow: Iowa State University Press, 1997.

SOLTAN, M.A; SHEWITA, R.S; EL-KATCHA, M.I. Effect of dietary anise seeds supplementation on growth performance, immune response, carcass traits and some blood parameters of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 7, n. 11, p. 1078-1088, 2008.

SONG, J.-Y.; HEO, Y.-J.; PARK, J.; LEE, H.-K.; KIM, Y. B.; KWON, B.-Y.; KIM, D.-H.; LEE, K.-W. Effects of Dietary Additives on Nitrogen Balance, Odor Emissions, and Yolk Corticosterone in Laying Hens Fed Low-Protein Diets. **Animals**, v. 15, n. 14, p. 2021, 9 jul. 2025.

SUCHÝ, P.; STRAKOVÁ, E.; JARKA, B.; THIEMEL, J.; VECEREK, V. Differences between metabolic profiles of egg-type and meat-type hybrid hens. **Czech Journal of Animal Science**, v. 49, p. 323-328, 2004.

SUNTRES, Z. E; COCCIMIGLIO, J; ALIPOUR, M. The Bioactivity and Toxicological Actions of Carvacrol. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 55, n. 3, p. 304-318, 30 set. 2015.

SURAI, P.F. Antioxidants in Poultry Nutrition and Reproduction: An Update. **Antioxidants**, v. 9, n. 105, p.1-6, 2020.

THRALL, M. A.; BAKER, D. C.; CAMPBELL, T. W.; DENICOLA, D.; FETTMAN, M. J.; LASSEN, E. D.; REBAR, A.; WEISER, G. **Hematologia e bioquímica veterinária**. 2. ed. São Paulo: Roca, 582 p., 2006.

TONG, N.; CHEN, Y.; LIU, H.; WANG, X.; QI, X.; BAI, M.; LIU, Z.; PENG, L. Evaluation of medicinal quality of tree peony byproducts and the effects of dietary byproducts supplementation on production performance, egg quality, serum antioxidant levels, and gut microbiota in late-phase laying hens. **Poultry Science**, p. 105925, set. 2025.

TORKI, M; MOHEBBIFAR, A; MOHAMMADI, H. Effects of supplementing hen diet with *Lavandula angustifolia* and/or *Mentha spicata* essential oils on production performance, egg quality and blood variables of laying hens. **Veterinary Medicine and Science**, v. 7, p. 184-193, 2021.

TOSCHI, A.; YU, L.-E.; BIALKOWSKI, S.; SCHLITZKUS, L. C.; GRILLI, E.; LI, Y. Dietary supplementation of microencapsulated botanicals and organic acids enhances the expression and function of intestine epithelial digestive enzymes and nutrient transporters in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 103, n. 11, p. 104237, 2024. DOI 10.1016/j.psj.2024.104237.

TŮMOVÁ, E.; GOUS, R. M. Interaction of hen production type, age, and temperature on laying pattern and egg quality. **Poultry Science**, v. 91, n. 5, p. 1269–1275, maio 2012.

TÜZÜN, A. E.; GÜL, E. T.; OLGUN, O.; YILDIZ, A.; SARMIENTO-GARCIA, A. Uncovering the potential of enzyme and sodium butyrate in optimizing sunflower meal diets for quail health and performance. **The Journal of Agricultural Science**, v. 163, n. 5, p. 576–584, out. 2025.

VAN BOECKEL, T.P; BROWER, C; GILBERT, M; GRENFELL, B.T; LEVIN, S.A; ROBINSON, T.P; TEILLANT, A; LAXMINARAYAN, R. Global trends in antimicrobial use in food animals. **Proceedings of the National Academy of Science**. v. 112, p. 5649-5654, 2015.

VERLINDEN, M; PASMANS, F; MAHU, M; MAELE, L.V; DE PAUW, N; YANG, Z; HAESBROUCK, F; MARTEL, A. In vitro sensitivity of poultry *Brachyspira* intermedia isolates to essential oil components and in vivo reduction of *Brachyspira* intermedia in rearing pullets with cinnamaldehyde feed supplementation. **Poultry Science**, v. 92, p. 1202-1207, 2013.

VILELA, D. R.; CARVALHO, L. S. S.; FAGUNDES, N. S.; FERNANDES, E. D. A. Qualidade interna e externa de ovos de poedeiras comerciais com cascas normal e vítrea. **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, p. 509-518, 2016.

WALLACE, R. J. Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 63, n. 04, p. 621-629, 2004.

WANG, Y; WANG, Y; SU, C; WANG, L; LV, X; CUI, G; JI, L; HUANG, Y; ZHANG, H; CHEN, W. Dietary cinnamaldehyde with carvacrol or thymol improves the egg quality and intestinal health independent of gut microbiota in post-peak laying hens. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 10.3389, p. 1-13, 2022.

WANG, Y.; WANG, Y.; LIN, X.; GOU, Z.; FAN, Q.; JIANG, S. Effects of *Clostridium butyricum*, sodium butyrate and butyric acid glycerides on the reproductive performance, egg quality, intestinal health, and offspring performance of yellow-feathered breeder hens. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, p. 1–13, 2021. DOI: 10.3389/fmicb.2021.657542.

XIA, Z.; GONG, G.; HUANG, R.; GOOSSENS, T.; LEMÂLE, O.; CARDOSO, D.; MALLMANN, B.; ZHAO, L.; WEI, J.; DENG, J. Butyric acid-based products, alone or in combination with hydroxy-selenomethionine, improve performance of laying hens in post-peak period by modulating their antioxidant, metabolic and immune status. **Poultry science**, v. 104, p. 1-9, 2025. DOI 10.1016/j.psj.2025.104840.

XIAO, G.; ZHENG, L.; YAN, X.; GONG, L.; YANG, Y.; QI, Q.; ZHANG, X.; ZHANG, H. Effects of dietary essential oils supplementation on egg quality, biochemical

parameters, and gut microbiota of late-laying hens. **Animals**, v. 12, n. 19, p. 2561, 25 set. 2022.

XU, F.; WANG, J.; ZHU, E.; FENG, Y.; XU, T.; RU, X.; GU, S.; LIU, X. Research note: Effects of the intermittent feeding of microencapsulation essential oil on laying performance, egg quality, immune response, intestinal morphology, and oxidation status of laying hens. **Poultry Science**, v. 103, n. 103600, 2024.

YANG, C.; CHOWDHURY, M. A. K.; HUO, Y.; GONG, J. Phytogenic compounds as alternatives to antibiotics in poultry feed: modulation of gut health and immunity. **World's Poultry Science Journal**, v. 71, n. 2, p. 351–362, 2015. DOI 10.1017/S0043933915000038.

YUE, Y.; LUASIRI, P.; LI, J.; LAOSAM, P.; SANGSAWAD, P. Research advancements on the diversity and host interaction of gut microbiota in chickens. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 11, p. 1492545, 19 nov. 2024.

ZÁLESÁKOVÁ, D.; NOVOTNÝ, J.; RIHÁČEK, M.; HORÁKOVÁ, L.; MRKVICOVÁ, E.; STASTNÍK, O.; PAVLATA, L. The blood biochemical parameters intervals and dynamics in modern broiler chickens. **Veterinary and Animal Science**, v. 29, p. 1-17, 2025. DOI 10.1016/j.vas.2025.100465.

ZAYTSOFF, S. J. M.; BROWN, C. L. J.; MONTINA, T.; METZ, G. A. S.; ABBOTT, D. W.; UWIERA, R. R. E.; INGLIS, G. D. Corticosterone-mediated physiological stress modulates hepatic lipid metabolism, metabolite profiles, and systemic responses in chickens. **Scientific Reports**, v. 9, p. 19225, 2019.

ZENG, Z.; ZHANG, S.; WANG, H.; PIAO, X. Essential oil and aromatic plants as feed additives in non- ruminant nutrition: a review. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 6, p. 1-10, 2015.

ZHANG, H.; LIANG, F.; GONG, H.; MAO, X.; DING, X.; BAI, S.; ZENG, Q.; XUAN, Y.; ZHANG, K.; WANG, J. Benzoic Acid, Enterococcus faecium, and essential oil complexes improve ovarian and intestinal health via modulating gut microbiota in laying hens challenged with Clostridium perfringens and Coccidia. **Animals**, v. 15, n. 3, p. 299, 21 jan. 2025.

ZHANG, Q.; ZHANG, K.; WANG, J.; BAI, S.; ZENG, Q.; PENG, H.; ZHANG, B.; XUAN, Y.; DING, X. Effects of coated sodium butyrate on performance, egg quality, nutrient digestibility, and intestinal health of laying hens. **Poultry Science**, v. 101, n. 9, p. 102020, set. 2022.

ZHAN, H. Q.; DONG, X. Y.; LI, L. L.; ZHENG, Y. X.; GONG, Y. J.; ZOU, X. T. Effects of dietary supplementation with *Clostridium butyricum* on laying performance, egg quality, serum parameters, and cecal microflora of laying hens in the late phase of production. *Poultry Science*, v. 98, p. 896–903, 2019. DOI: 10.3382/ps/pey436.

ZHAO, P.; YAN, L.; ZHANG, T.; YIN, H.; LIU, J.; WANG, J. Effect of 25-hydroxyvitamin D and essential oil complex on productive performance, egg

quality, and uterus antioxidant capacity of laying hens. **Poultry Science**, v. 100:101410, p. 1-8, 2021.

ZHAO, Y.; LI, S.; WANG, Z.; LIU, Y.; ZHANG, Q. Study on changes in egg quality traits and genetic parameters of different laying hens across extended laying cycles. **PoultryScience**, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003257912500745X>. Acesso em: 17 out. 2025.

ZHOU, Y.; ZENG, D.; NI, X.; TIAN, Q.; ZHANG, J.; LI, Y.; LI, C.; WANG, H. Effects of dietary essential oils and organic acids on the growth performance, immune function, and intestinal health of laying hens. **Poultry Science**, v. 95, n. 4, p. 882–891, 2016. DOI 10.3382/ps/pev443.

ZHOU, M.; LUO, Y.; QIU, J.; WANG, H.; LI, X.; ZHANG, K.; LI, X.; YAQOOB, M.U.; WANG, M. Effects of dietary supplementation with butyrate glycerides on lipid metabolism, intestinal morphology, and microbiota population in laying hens. **Poultry Science**, v. 104, p. 01-14, 2025. DOI 10.1016/j.psj.2024.104755.