

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

Manuely Nunes Silvestre

**PERFIL BIOQUÍMICO SÉRICO DE GALINHAS POEDEIRAS
MARRONS SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS
(CINAMALDEÍDO, CARVACROL, TIMOL) E GLICERÍDEOS DE ÁCIDO
BUTÍRICO**

Dracena

2026

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

Manuely Nunes Silvestre

**PERFIL BIOQUÍMICO SÉRICO DE GALINHAS POEDEIRAS
MARRONS SUPLEMENTADAS COM ÓLEOS ESSENCIAIS
(CINAMALDEÍDO, CARVACROL, TIMOL) E GLICERÍDEOS DE ÁCIDO
BUTÍRICO**

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

Orientadora: Profa. Dra. Valquíria Cação da Cruz

Dracena

2026



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



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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Perfil Bioquímico sérico de galinhas poedeiras marrons suplementadas com óleos essenciais (cinamaldeído, carvacrol, timol) e glicerídeos de ácido butírico

Modalidade: Trabalho de atividades de pesquisa

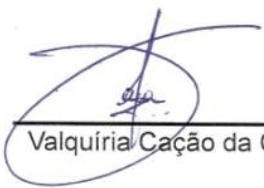
Autor: Manuely Nunes Silvestre

Orientador (a): Valquíria Cação da Cruz

Co-orientador(es):

Número de Créditos: 15

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 19 / 06 / 2026


Valquíria Cação da Cruz
Jaqueline Dalbello Biller
Hugo Henrique D' Soares

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe, que, sob muito sol, fez-me chegar até aqui, na sombra.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ouvir minhas orações e me guiar nos momentos mais desafiadores, me concedendo forças e direção.

À minha mãe, Sonia Kemily, por sonhar esse sonho comigo, com muito amor me incentivou todos os dias, cada passo dessa jornada ela foi meu porto seguro. Sou extremamente grata por ser minha base sólida, não somente durante a graduação, mas a vida toda.

À minha orientadora, Valquíria, que acreditou mais em mim do que eu mesma, pegou na minha mão e não me deixou desistir, sou eternamente grata por tudo, sua orientação e conselhos foram essenciais para me tornar a profissional e pessoa que sou hoje.

À Unesp – FCAT, pela infraestrutura disponibilizada, pelos colaboradores e docentes sempre dispostos a auxiliar.

À COPE (Coordenadoria de Permanência Estudantil)

Ao LANSa (Laboratório de nutrição e saúde das aves) pelo suporte contínuo e todas as oportunidades, a todos os integrantes especialmente ao Pedro Marcos, Pedro, Alison, Caroline, Bruna, Kevin, pela ajuda no trabalho.

Ao meu noivo, Heitor que mesmo distante fisicamente se fez presente em todos os detalhes, me ajudou nos dias fáceis e me fez ficar em pé nos difíceis, seu amor me iluminou.

À minha sogra, Margarete, que me fez bolos em semanas de provas nesses cinco anos, me viu chorar de medo das dificuldades acadêmicas e comemorou comigo as conquistas, sempre me falando que tudo daria certo, e deu. Cuidou de mim como filha, para sempre vou ser grata pelos conselhos e apoio nesse momento desafiador.

Ao meu sogro, Adalto, que sempre me tratou como filha, seus conselhos vão ser eternos no meu coração.

Ao meu cunhado, Victor, que me incentivou em toda a graduação, me ouviu e me ajudou, tornou mais leves os dias difíceis.

À Professora e grande amiga, Flávia, que cuidou de mim e me fez uma pessoa mais feliz, estará para sempre no meu coração.

Aos meus amigos de todos os dias, Ângelo, Adrian, Yago, Itala, Gabriela, que fazem todos os meus dias mais alegres, e a minha melhor amiga, Rute, que ficou ao meu lado esses anos e se fez presente em todas as dificuldades e alegrias, sou muito mais feliz ao lado de vocês.

À república Apartadas que foi meu lar, e a minha veterana Thaís, que foi meu exemplo para ingressar no grupo de estudos.

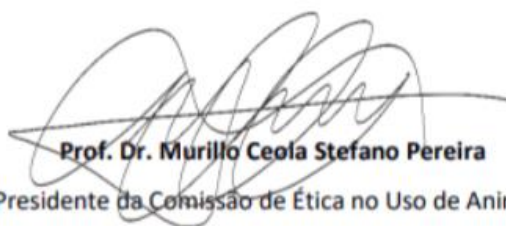
"É justo que muito custe o que muito vale." (Santa Teresa de Ávila, 1562).

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

Os parâmetros analisados na bioquímica sérica é um válido indicador das respostas fisiológicas das aves, podendo indicar possíveis alterações no sistema fisiológico de galinhas poedeiras. Assim, realizou-se um estudo para avaliar o efeito de óleos essenciais (cinamaldeído, carvacrol, timol) e glicerídeos de ácido butírico sobre os níveis plasmáticos de colesterol, triglicerídeos e glicose de galinhas poedeiras. Foram utilizadas noventa e seis poedeiras da linhagem *Hy-Line Brown*, com cinquenta e duas semanas de idade, em um ciclo de 28 dias e distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com seis repetições de quatro aves por parcela (gaiola). Os tratamentos basearam-se na inclusão ou não de aditivos na dieta de poedeiras semi-pesadas, sendo eles: CN (controle negativo), BZ (bacitracina de zinco), OE (óleos essenciais) e GAB (glicerídeos de ácido butírico). Ao 28º dia do experimento foram extraídos 5 mL de sangue das galinhas pelo método de punção da veia braquial da asa para posterior análise de colesterol e triglicerídeos, além da determinação da glicose sanguínea. Os dados foram submetidos à análise de estatística no software R, as médias comparadas pelo teste de Tukey, considerando-se 5% de probabilidade ao erro. Após 28 dias de suplementação, observou-se que não houve diferença entre dietas para colesterol ($P = 0,3153$) e triglicerídeos ($P = 0,3654$), entretanto, o uso dos aditivos alternativos teve efeito semelhante ao do antibiótico quando se analisou a taxa glicêmica das aves ($P = 0,0015$). Conclui-se que óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico são eficazes em reduzir glicemia de galinhas marrons em pico de produção, podendo ser alternativas de uso em substituição à bacitracina de zinco.

Palavras-chave: Ácidos orgânicos. Aves. Colesterol. Glicose. Triglicerídeos.

ABSTRACT

The parameters analyzed in serum biochemistry are valid indicators of the physiological responses of birds and may indicate possible alterations in the physiological system of laying hens. Thus, a study was conducted to evaluate the effect of essential oils (cinnamaldehyde, carvacrol, and thymol) and butyric acid glycerides on the plasma levels of cholesterol, triglycerides, and glucose in laying hens. Ninety-six Hy-Line Brown laying hens, 52 weeks of age, were used in a 28-day experimental cycle and distributed in a completely randomized design with six replicates of four birds per experimental unit (cage). The treatments were based on the inclusion or absence of feed additives in the diet of semi-heavy laying hens and consisted of: NC (negative control), ZB (zinc bacitracin), EO (essential oils), and BAG (butyric acid glycerides). On the 28th day of the experiment, 5 mL of blood were collected from the hens by puncture of the brachial wing vein for subsequent analysis of cholesterol and triglycerides, as well as determination of blood glucose. The data were subjected to statistical analysis using the R software, and the means were compared by Tukey's test, considering a 5% probability of error. After 28 days of supplementation, no difference was observed among diets for cholesterol ($P = 0.3153$) and triglycerides ($P = 0.3654$). However, the use of the alternative additives showed an effect similar to that of the antibiotic when the blood glucose levels of the birds were analyzed ($P = 0.0015$). It was concluded that essential oils and butyric acid glycerides are effective in reducing blood glucose levels in brown laying hens at peak production and may be used as alternatives to zinc bacitracin.

Keywords: Organic acids. Poultry. Cholesterol. Glucose. Triglycerides.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Galinhas da linhagem Hy-Line Brown	22
Figura 2 - Dieta experimental	23
Figura 3 - Coleta de sangue total através de punção da veia braquial da asa ..	25
Figura 4 - Centrifuga KASVI para centrifugação das amostras	26
Figura 5 - Agitador Vórtex marca KASVI	27
Figura 6 - Banho-maria marca SOLIDSTEEL	27
Figura 7 - Espectrofotômetro modelo V-M5, da marca BEL Engineering	28
Figura 8 - Interior do espectrofotômetro	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição centesimal e valores calculados das dietas experimentais.....	24
Tabela 2 - 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.....	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos Específicos	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 Bioquímica Sérica	16
3.1.1 Óleos essenciais em galinhas poedeiras	18
3.1.2 Ácido butírico	19
3.1.3 Antibióticos promotores de crescimento e sua proibição na avicultura brasileira	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 Declaração de Ética	22
4.2 Instalação, Animais e Dieta Experimental	22
4.3 Características Avaliadas: Determinação da Concentração Colesterol, Triglicerídeos e Glicose no Plasma	25
4.4 Análise Estatística	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
6 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A qualidade dos alimentos começa pela saúde do animal, e a população vem buscando alimentos de qualidade melhor e mais saudáveis para o consumo. A carne de frango e os ovos de galinhas estão fortemente presentes nas mesas das famílias, sendo considerados alimentos saudáveis. Comparado a outras fontes de proteína, o ovo é de baixo custo, sendo consumido em alta escala pelas altas taxas de proteínas, vitaminas e minerais.

Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal ABPA (2026), o Brasil pode atingir níveis recordes de consumo de ovos, sendo consumidas em média 288 unidades por habitante/ano, o que representa um crescimento de 7,1% em relação a 2024.

Pela alta demanda do consumidor utiliza-se na produção antibióticos, como a bacitracina de zinco, que é um promotor de crescimento frequentemente utilizado na alimentação de aves com a intenção de melhorar a saúde gastrointestinal, favorecer a absorção de nutrientes e otimizar o desempenho produtivo. Sua função é controlar microrganismos presentes no trato intestinal, colaborando para melhorar sua eficiência alimentar e para ter um melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta (Soares *et al.*, 2026).

No entanto, o uso contínuo de antibióticos na produção avícola tem sido associado ao desenvolvimento de resistência antimicrobiana e a presença de resíduos em produtos de origem animal, motivos que aumentaram a busca por aditivos alternativos (Soares *et al.*, 2026). Portanto, torna-se indispensável o uso de aditivos alternativos que melhorem a microbiota intestinal, substituindo os antibióticos melhoradores de desempenho fornecidos nas dietas.

Nesse contexto, os óleos essenciais e os ácidos orgânicos surgem como possíveis opções. Os óleos essenciais são compostos bioativos naturais extraídos de diferentes partes das plantas, como folhas, flores, sementes, frutos e cascas. Possuem compostos que podem ser classificados como fitogênicos e têm sido utilizados na alimentação de galinhas poedeiras devido ao seu potencial de melhorar a produtividade e a saúde das aves. Entre os principais fitogênicos empregados na avicultura destacam-se o carvacrol, presente no orégano; o timol, encontrado no tomilho, e o cinamaldeído, derivado da canela (Lillehoj *et al.*, 2018).

O ácido butírico é um ácido graxo de cadeia curta utilizado como aditivo alimentar na produção avícola com efeito benéfico sobre a saúde intestinal e o desempenho das aves. Em galinhas poedeiras, a suplementação com o ácido butírico pode promover alterações favoráveis em parâmetros bioquímicos séricos, indicando efeitos positivos sobre o metabolismo das aves (Miao *et al.*, 2021).

A bioquímica sérica consiste na avaliação de metabólitos, proteínas e enzimas presentes no soro sanguíneo, sendo uma importante ferramenta para monitorar o estado fisiológico, nutricional e sanitário das aves. Em galinhas poedeiras, parâmetros como proteínas totais, albumina, glicose, colesterol, triglicerídeos são frequentemente utilizados para avaliar o metabolismo dos nutrientes, além da resposta dos animais a diferentes estratégias nutricionais. Alterações nesses indicadores podem refletir mudanças no aproveitamento dos nutrientes, na saúde intestinal e no desempenho produtivo das aves, tornando a análise bioquímica sérica um indicativo relevante para estudos envolvendo aditivos alimentares (Tang *et al.*, 2017).

Diante do exposto, buscou-se nesse estudo avaliar as taxas de lipídios séricos de galinhas poedeiras *Hy-line Brown*, utilizando-se na dieta um *blend* de óleos essenciais de canela (cinamaldeído), orégano (carvacrol) e tomilho (timol), além do glicerídeo de ácido butírico.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a inclusão de óleos essenciais (cinamaldeído, carvacrol, timol) e glicerídeos de ácido butírico sobre a bioquímica sérica de galinhas poedeiras *Hy-line Brown* em alternativa ao antibiótico melhorador de desempenho.

2.2 Objetivos Específicos

Determinar:

- Os níveis glicêmicos no plasma de galinhas poedeiras marrons às 52 semanas de idade;
- As concentrações lipídicas de colesterol e triglicerídeos no soro de galinhas poedeiras marrons às 52 semanas de idade.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Bioquímica Sérica

A bioquímica sérica constitui uma importante ferramenta para a avaliação do estado fisiológico de galinhas poedeiras, permitindo identificar alterações metabólicas decorrentes de fatores ambientais, nutricionais e de manejo que podem influenciar o desempenho produtivo das aves (Huang *et al.*, 2018). Os parâmetros bioquímicos sanguíneos são amplamente utilizados no monitoramento da saúde e do metabolismo das poedeiras, contribuindo para a compreensão de seu estado fisiológico e para a otimização dos índices produtivos. Além disso, a avaliação desses parâmetros possibilita compreender os efeitos dos nutrientes da dieta sobre o metabolismo das aves e suas repercussões na qualidade e composição dos produtos obtidos, como ovos e carne (Brelaz *et al.*, 2021).

O monitoramento dos parâmetros sanguíneos de galinhas poedeiras fornece informações relevantes sobre seu estado fisiológico e metabólico. Entre esses parâmetros, destacam-se os níveis de triglicerídeos e colesterol, amplamente utilizados como indicadores do metabolismo lipídico. Esses metabólitos são sensíveis a alterações na dieta e no manejo nutricional, refletindo mudanças no aproveitamento e na utilização dos nutrientes pelo organismo das aves, com possíveis impactos sobre a produção e a qualidade dos ovos (Aikpitanyi; Imasuen, 2024).

Os parâmetros de bioquímica sérica podem ser influenciados por diversos fatores, incluindo linhagem genética, manejo, condições climáticas e idade das aves (Barbosa *et al.*, 2011). A avaliação desses parâmetros constitui uma importante ferramenta para o monitoramento da saúde e do desempenho produtivo de galinhas poedeiras, fornecendo informações sobre seu estado nutricional e metabólico. Além disso, esses indicadores permitem avaliar os efeitos de estratégias nutricionais e de manejo adotadas nos sistemas de produção (Omar *et al.*, 2021).

Um dos lipídeos mais importantes no indivíduo é o colesterol, que age como pró-hormônio esteroide, vitamina D e ácidos biliares. Além disso, ele colabora para a fluência das membranas celulares, alinhando várias atividades metabólicas. No plasma sanguíneo, os lipídios são transportados por lipoproteínas, complexos que diferem quanto à sua composição e densidade. Entre elas, destacam-se as

lipoproteínas de baixa densidade (LDL, low-density lipoprotein) e as lipoproteínas de alta densidade (HDL, high-density lipoprotein) (Malta *et al.*, 2019).

Os triglicerídeos são sintetizados principalmente na mucosa intestinal e no fígado a partir da absorção e metabolização dos ácidos graxos. De acordo com Zelman (2011), são compostos por três moléculas de ácidos graxos ligadas a uma molécula de glicerol, constituindo a principal forma de armazenamento de energia no organismo. Suas concentrações podem ser influenciadas por diversos fatores, como sexo, estado hormonal e dieta (Rezende, 2017). Os lipídios séricos têm como principal origem os lipídios provenientes da dieta, sendo sua absorção diretamente relacionada à quantidade de alimento ingerido (Brelaz *et al.*, 2021).

O glucagon é considerado o principal hormônio regulador da glicemia em galinhas poedeiras, em razão da predominância de células alfa no pâncreas dessas aves. A insulina também exerce papel fundamental na manutenção da homeostase glicêmica, atuando de forma complementar ao glucagon (Lumeij, 1997). Em aves clinicamente saudáveis, a concentração de glicose sanguínea varia, em geral, entre 200 e 500 mg/dL (Faria *et al.*, 2021).

Diversos fatores podem influenciar as concentrações sanguíneas de glicose em aves, incluindo idade, estação do ano, sistema de criação, nutrição e condições de estresse ambiental. Alterações nesses fatores podem resultar em desequilíbrios glicêmicos, levando à ocorrência de hipoglicemia ou hiperglicemia. A hipoglicemia é caracterizada por concentrações de glicose inferiores a 200 mg/dL e pode estar associada a jejum prolongado, distúrbios endócrinos, septicemia e enfermidades hepáticas. Por outro lado, a hiperglicemia ocorre quando os níveis de glicose ultrapassam 500 mg/dL, podendo estar relacionada ao estresse, à administração de glicocorticoides, à *Diabetes mellitus*, a tumores pancreáticos e a processos inflamatórios do pâncreas (Lumeij, 1997; Campbell, 2012).

Os parâmetros bioquímicos séricos apresentam valores de referência que auxiliam na avaliação do estado fisiológico, nutricional e sanitário de galinhas poedeiras. A glicose sanguínea é considerada um importante indicador do metabolismo energético, apresentando concentrações fisiológicas geralmente entre 200 e 500 mg/dL em aves clinicamente saudáveis. Em relação ao metabolismo lipídico, as concentrações séricas de triglicerídeos normalmente variam entre 70 e 150 mg/dL, enquanto os níveis de colesterol total situam-se, em geral, entre 100 e 250

mg/dL, podendo sofrer variações em função da linhagem, idade, fase de produção, composição da dieta, manejo e condições ambientais. Dessa forma, a interpretação desses parâmetros deve considerar as características do sistema de criação e o estágio fisiológico das aves, permitindo uma avaliação mais precisa do estado metabólico e da resposta aos diferentes aditivos alimentares (Meluzzi et al., 1992; Lumeij, 1997; Rezende et al., 2019; Brelaz et al., 2021).

3.1.1 Óleos essenciais em galinhas poedeiras

Na nutrição de galinhas poedeiras os óleos essenciais vêm oferecendo vários benefícios, como melhorias no desempenho, propriedades antioxidantes, atividades antimicrobianas, efeitos hipolipidêmicos e ações anti-inflamatórias. Contudo, sua eficácia depende de fatores como o tipo, a dosagem e as condições gerais de saúde das aves. Esses compostos podem influenciar significativamente o consumo de ração, o peso corporal, a produtividade e a saúde das galinhas poedeiras (Muhammad *et al.*, 2024).

Os óleos essenciais consistem em misturas complexas de compostos bioativos de origem vegetal e têm sido amplamente utilizados na alimentação animal com o objetivo de melhorar o desempenho produtivo e a saúde dos animais. Esses compostos podem atuar como moduladores da resposta imune, contribuindo para o controle de processos inflamatórios agudos e crônicos. São substâncias aromáticas extraídas de diferentes partes das plantas, incluindo sementes, folhas, botões florais, raízes, frutos, cascas e flores, onde desempenham funções relacionadas à defesa natural e à adaptação ao ambiente. Na avicultura, além de seus efeitos sobre o metabolismo e a imunidade, os óleos essenciais têm demonstrado potencial para reduzir a contaminação microbiana das cascas dos ovos, contribuindo para a melhoria da qualidade sanitária desses produtos (Silva, 2017; Iraqi *et al.*, 2025).

O carvacrol e o timol são reconhecidos por seus efeitos benéficos sobre a saúde intestinal, contribuindo para a preservação das microvilosidades, o aumento da absorção de nutrientes e a estimulação da secreção de enzimas digestivas. Além disso, estudos relatam que esses compostos podem elevar os níveis séricos de cálcio e fósforo em galinhas poedeiras, favorecendo o desempenho produtivo e a qualidade da produção de ovos (Lee *et al.*, 2003; Hippenstiel *et al.*, 2011; Abdel-Wareth *et al.*,

2025). O timol também tem demonstrado potencial para estimular o consumo de ração, modular parâmetros sanguíneos, atuar como agente antioxidante e regular vias relacionadas ao estresse oxidativo (Hashemipour *et al.*, 2013; Abdel-Wareth *et al.*, 2025).

3.1.2 Ácido butírico

O ácido butírico desempenha papel importante na saúde intestinal, promovendo o aumento da capacidade de absorção de nutrientes, o fortalecimento da barreira intestinal contra patógenos e, conseqüentemente, a melhoria do desempenho animal. Seus glicerídeos (mono-, di- e triglicerídeos) apresentam maior eficácia em relação aos sais livres, devido à sua estabilidade em diferentes faixas de pH, o que possibilita a liberação direta do composto ao longo do intestino. Além disso, por ser um ácido graxo de cadeia curta, o ácido butírico atua como importante fonte de energia para os enterócitos, favorecendo seu crescimento e a integridade da mucosa intestinal (Almeida *et al.*, 2021).

A suplementação com ácido butírico estimula a proliferação das células epiteliais intestinais, aumentando a área de absorção no intestino delgado e favorecendo o aproveitamento dos nutrientes. Além disso, a redução do pH do trato digestório, promovida pelos ácidos orgânicos, melhora a atividade enzimática, especialmente pela conversão do pepsinogênio em pepsina, e reduz a formação de complexos insolúveis entre minerais e fitatos, aumentando a disponibilidade dos nutrientes. Por ser um ácido graxo de cadeia curta, o ácido butírico exerce papel fundamental no desenvolvimento e na manutenção da integridade do trato gastrintestinal (Nari *et al.*, 2020).

Na alimentação animal, esse composto pode ser utilizado na forma protegida ou na forma de sais, sendo os sais de cálcio e sódio os mais empregados devido à facilidade de manuseio, incorporação à ração e ausência de odor, características que favorecem sua aplicação prática (Mazur-Kuśnirek *et al.*, 2024).

Segundo Zhou *et al.* (2025), a inclusão de glicerídeos de ácido butírico na dieta de galinhas poedeiras reduziu as concentrações séricas de glicose quando comparada à dieta basal. Contudo, a suplementação não influenciou significativamente os níveis séricos de colesterol e triglicerídeos.

O ácido butírico pode ser utilizado na alimentação animal em diferentes formas, as quais diferem principalmente quanto à estabilidade e ao local de liberação no trato gastrointestinal. Na forma líquida (ácido butírico livre), o composto é liberado rapidamente no estômago, sendo parcialmente degradado e absorvido antes de alcançar o intestino, o que reduz sua eficácia. Na forma em pó, embora apresente maior facilidade de incorporação à ração, ainda sofre degradação no estômago, permitindo que apenas parte do butirato alcance o intestino. Uma alternativa mais eficiente é o butirato encapsulado, no qual o revestimento protetor reduz a degradação pelo pH ácido e promove uma liberação mais gradual ao longo do trato digestório. Entre as tecnologias disponíveis, os glicerídeos de ácido butírico (GAB) representam a forma mais avançada, pois o butirato encontra-se ligado ao glicerol, permanecendo protegido durante a passagem pelo estômago e sendo liberado gradualmente no intestino, onde exerce seus principais efeitos sobre a saúde intestinal. Essa tecnologia aumenta a disponibilidade do composto no local de ação, favorecendo a integridade da mucosa intestinal, a modulação da microbiota benéfica, a absorção de nutrientes e, conseqüentemente, o desempenho produtivo das aves (Almeida *et al.*, 2021).

3.1.3 Antibióticos promotores de crescimento e sua proibição na avicultura brasileira

Os antibióticos promotores de crescimento são aditivos alimentares utilizados em doses subterapêuticas com o objetivo de melhorar o desempenho zootécnico dos animais por meio da modulação da microbiota intestinal. Esses compostos reduzem a proliferação de bactérias patogênicas, diminuem processos inflamatórios subclínicos e favorecem o aproveitamento dos nutrientes, resultando em melhor conversão alimentar, ganho de desempenho e manutenção da saúde intestinal. Na avicultura, a bacitracina de zinco foi um dos principais antimicrobianos empregados com essa finalidade devido à sua eficácia no controle de bactérias Gram-positivas e na melhoria da eficiência produtiva (Lillehoj *et al.*, 2018).

Apesar dos benefícios produtivos, o uso contínuo de antibióticos como promotores de crescimento passou a ser amplamente questionado em razão da seleção de bactérias resistentes aos antimicrobianos. A resistência antimicrobiana é

considerada uma das principais ameaças à saúde pública mundial, pois compromete a eficácia de medicamentos utilizados no tratamento de infecções em animais e seres humanos. Além disso, a possibilidade da presença de resíduos de antibióticos em alimentos de origem animal intensificou a preocupação dos órgãos reguladores e estimulou a adoção de alternativas nutricionais mais seguras para os sistemas de produção (Lillehoj et al., 2018).

No Brasil, acompanhando as recomendações internacionais para o uso prudente de antimicrobianos, o Ministério da Agricultura e Pecuária publicou a Portaria SDA nº 1.617, de 24 de abril de 2026, proibindo a fabricação, a importação, a comercialização e o uso de aditivos melhoradores de desempenho que contenham antimicrobianos classificados como importantes para a medicina humana e veterinária. Entre os compostos abrangidos pela legislação está a bacitracina de zinco, amplamente utilizada durante décadas na produção avícola. A medida representa um avanço no combate à resistência antimicrobiana e incentiva a adoção de estratégias nutricionais capazes de manter a produtividade sem o emprego desses compostos (BRASIL, 2026).

Diante desse cenário, a utilização de aditivos alternativos tem recebido crescente atenção da comunidade científica e do setor avícola. Compostos como os óleos essenciais e os glicerídeos de ácido butírico apresentam propriedades antimicrobianas, antioxidantes e moduladoras da microbiota intestinal, podendo contribuir para a manutenção da saúde intestinal, melhoria da digestibilidade dos nutrientes e desempenho produtivo das aves. Dessa forma, esses aditivos surgem como alternativas promissoras aos antibióticos promotores de crescimento, atendendo às exigências da legislação e às demandas do mercado consumidor por alimentos produzidos de forma mais segura e sustentável (Lillehoj et al., 2018; Miao et al., 2021; Zhou et al., 2025).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Declaração de Ética

Todos os procedimentos realizados foram 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, câmpus de Dracena, registrada com o protocolo nº 14/2025 - CEUA.

4.2 Instalação, Animais e Dieta Experimental

O experimento foi conduzido no setor de Avicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT), da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), câmpus de Dracena, SP. Foram utilizadas 96 galinhas poedeiras da linhagem *Hy-Line Brown* (Figura 1), com 52 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado (DIC). O período experimental teve duração de 28 dias.

Figura 1 - Galinhas da linhagem Hy-Line Brown



Fonte: Arquivo pessoal.

As aves foram alojadas em 24 gaiolas de arame galvanizado (1,00 m comprimento x 0,50 m profundidade x 0,50 m altura), equipadas com bebedouros do tipo *nipple* e comedouros do tipo frontal, recebendo água e ração *ad libitum* durante todo o período experimental. Os tratamentos foram constituídos por quatro dietas

experimentais: controle negativo (CN), composta por milho e farelo de soja; CN suplementada com bacitracina de zinco (BZ); CN suplementada com um *blend* de cinamaldeído, carvacrol e timol (OE); e CN suplementada com glicerídeos de ácido butírico (GAB). Cada tratamento contou com seis repetições, sendo cada unidade experimental composta por quatro aves.

As dietas experimentais (Figura 2) foram formuladas à base de milho e farelo de soja (Tabela 1), de acordo com as recomendações nutricionais propostas por Rostagno *et al.* (2024). As aves foram alojadas em densidade de 625 cm² por ave, em conformidade com as recomendações do manual da linhagem Hy-Line Brown (Hy-Line, 2024), dispondo de área total de 2.500 cm² por gaiola.

Figura 2 - Dieta experimental



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: Oliveira (2026).

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).

4.3 Características Avaliadas: Determinação da Concentração Colesterol, Triglicerídeos e Glicose no Plasma

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Saúde de Aves (LANSA), da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), câmpus de Dracena, SP. Ao 28º dia do período experimental, foram coletados 5 mL de sangue de uma ave por unidade experimental, selecionada aleatoriamente, totalizando 24 amostras. A coleta foi realizada por punção da veia braquial da asa (Figura 3).

Figura 3 - Coleta de sangue total através de punção da veia braquial da asa



Fonte: Arquivo pessoal.

As amostras de sangue destinadas à determinação das concentrações séricas de colesterol e triglicerídeos foram acondicionadas em tubos *Eppendorf* previamente identificados e centrifugadas a 10.000 rpm, a 4°C, durante 10 minutos. Para a determinação das concentrações de glicose, as amostras foram acondicionadas em tubos *Eppendorf* contendo a solução anticoagulante e inibidora da glicólise Glistab®, previamente identificados, e submetidas às mesmas condições de centrifugação. Todas as amostras foram processadas em centrífuga KASVI (Figura 4) a 10.000 rpm por 10 minutos para obtenção do soro.

Figura 4 - Centrífuga KASVI para centrifugação das amostras



Fonte: Arquivo pessoal.

O soro foi retirado e armazenado em novos *ependorfs* devidamente identificados e estocados em freezer à - 20°C para posterior análises séricas. As concentrações séricas de colesterol e triglicerídeos foram determinadas pelo método enzimático colorimétrico, utilizando kits comerciais Interkit®, de acordo com as instruções do fabricante e a metodologia descrita por Lumeij (1997). Inicialmente, foram pipetados em tubos de ensaio os volumes correspondentes à amostra, ao reagente enzimático e ao padrão. Em seguida, as soluções foram homogeneizadas em agitador tipo vórtex (Figura 5) e incubadas em banho-maria (Figura 6) a 37 °C durante 10 minutos. Após o período de incubação, as amostras foram transferidas para cubetas de vidro óptico, e as absorbâncias do teste e do padrão foram determinadas em comprimento de onda de 500 nm, utilizando o branco para o ajuste

do zero do equipamento. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro modelo V-M5, da marca BEL Engineering (Figura 7), sendo os resultados expressos em mg/dL.

Figura 5 - Agitador Vórtex marca KASVI



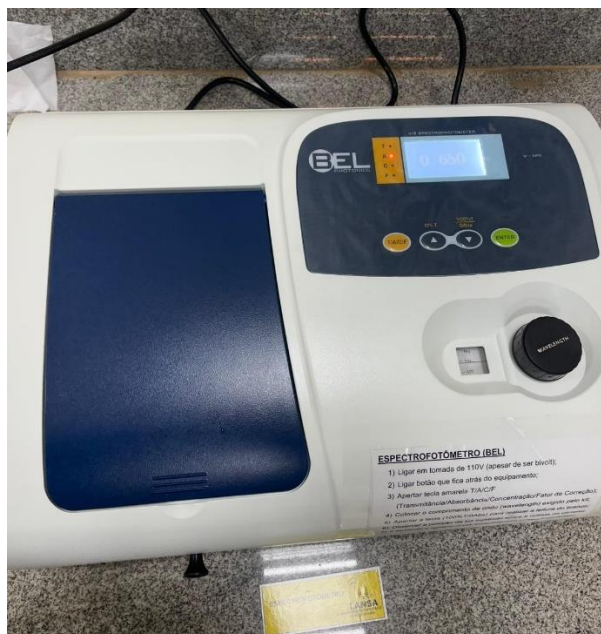
Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 6 - Banho-maria marca SOLIDSTEEL



Fonte: Arquivo pessoal.

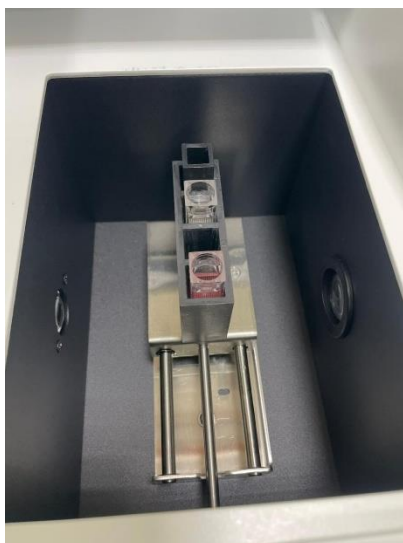
Figura 7 - Espectrofotômetro modelo V-M5, da marca BEL Engineering



Fonte: Arquivo pessoal.

A concentração de glicose foi determinada pelo método descrito por Adil *et al.* (2010), e assim como as outras determinações, foi pipetado nos tubos de ensaio as quantidades corretas de cada substância (amostra, reagente enzimático, e padrão), sendo devidamente homogeneizadas no agitador vórtex e colocadas em banho-maria a 37°C durante 10 minutos. Após esse tempo, foram acondicionadas em cubetas de vidro óptico, determinadas as absorbâncias do teste e do padrão em 505 nm, acertando sempre o zero com o branco, realizando posteriormente, a leitura em espectrofotômetro (Figura 8). Todas as análises foram feitas em duplicata, permitindo maior exatidão nos resultados.

Figura 8 - Interior do espectrofotômetro



Fonte: Arquivo pessoal.

4.4 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 E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que os tratamentos não influenciaram significativamente as concentrações séricas de colesterol ($P = 0,3153$) e triglicerídeos ($P = 0,3654$), indicando que os aditivos avaliados não promoveram alterações no metabolismo lipídico das aves. Por outro lado, observou-se efeito significativo dos tratamentos sobre a glicemia ($P = 0,0015$), sendo que a suplementação com bacitracina de zinco, *blend* de óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico resultou em redução das concentrações sanguíneas de glicose em comparação ao grupo controle.

Tabela 2 - 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.

Em galinhas poedeiras, o fígado exerce papel fundamental na síntese de lipoproteínas destinadas à formação da gema, influenciando diretamente o metabolismo lipídico e, conseqüentemente, as concentrações séricas de colesterol e triglicerídeos, especialmente durante períodos de elevada produção (Hu *et al.*, 2024). No entanto, no presente estudo, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para essas variáveis, indicando que a suplementação com os aditivos avaliados não promoveu alterações detectáveis no metabolismo lipídico das aves. Resultados semelhantes têm sido relatados na literatura e podem ser atribuídos à interação de diversos fatores, incluindo linhagem, idade, manejo, composição da dieta, condições ambientais e *status* sanitário do plantel, os quais podem influenciar a resposta fisiológica aos aditivos utilizados como alternativas aos antibióticos

melhoradores de desempenho (Hammad *et al.*, 1998; Akbari *et al.*, 2016; Migliorini *et al.*, 2019; Irawan *et al.*, 2021; Adewole; Oladokun; Santin, 2021).

No metabolismo lipídico das aves, os triglicerídeos representam a principal forma de lipídeos circulantes no plasma, apresentando concentrações em torno de 70 mg/dL, embora esses valores possam variar em função da dieta, do estado fisiológico e de fatores hormonais (Meluzzi *et al.*, 1992; Hochleithner, 1994). O colesterol, por sua vez, é um esteroide essencial ao organismo, atuando como componente estrutural das membranas celulares e como precursor de hormônios esteroides, ácidos biliares e vitamina D (Cortes *et al.*, 2014). Em aves, as concentrações séricas de colesterol podem variar amplamente entre espécies, sexo e fase produtiva, sendo relatados valores de referência próximos a 140 mg/dL, concentrações em torno de 149 mg/dL para fêmeas e médias que podem atingir aproximadamente 250 mg/dL em diferentes espécies de aves (Meluzzi *et al.*, 1992; Thrall *et al.*, 2006; Rezende *et al.*, 2019).

Diversos estudos relatam que a suplementação de dietas com óleos essenciais ou ácidos orgânicos, como o butirato de sódio, pode promover reduções nas concentrações séricas de colesterol e triglicerídeos em aves (Adil *et al.*, 2010; Aghazadeh; Abdolkarimi; Ashkavand, 2011; Adil *et al.*, 2025; Ismael *et al.*, 2025). Frangos de corte suplementados com óleos essenciais e extratos vegetais, incluindo tomilho, orégano e lavanda, apresentaram menores concentrações de colesterol, triglicerídeos e glicose sanguínea em comparação aos grupos controle (Puvaca; Tufarelli; Giannenas, 2022; Darmawan *et al.*, 2024). Adicionalmente, a utilização de butirato de sódio, isoladamente ou associado a compostos fitogênicos, também tem sido relacionada à redução desses metabólitos séricos (Shalaby *et al.*, 2024; Zhou *et al.*, 2025).

Entretanto, os resultados observados no presente estudo não corroboram com esses achados para as variáveis colesterol e triglicerídeos, uma vez que não foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos. Essa divergência pode estar associada a fatores como espécie ou categoria animal avaliada, idade das aves, composição e dose dos aditivos utilizados, duração do período experimental, condições de criação e *status* sanitário do plantel. Além disso, a resposta aos aditivos alternativos pode ser mais evidente em situações de desafio sanitário ou estresse, condições que potencializam seus efeitos sobre o metabolismo e a integridade intestinal.

A glicemia é amplamente empregada como indicador do estado metabólico e fisiológico das aves, refletindo alterações relacionadas à homeostase energética e às respostas ao estresse. Em galinhas poedeiras, concentrações de glicose próximas a 200 mg/dL são consideradas compatíveis com a normalidade fisiológica, corroborando com os valores observados no presente estudo (Meluzzi *et al.*, 1992). Embora os tratamentos contendo bacitracina de zinco, *blend* de óleos essenciais e glicerídeos de ácido butírico tenham promovido redução significativa da glicemia em relação ao grupo controle, não foram observadas diferenças entre os aditivos avaliados. Esse resultado sugere que os diferentes aditivos exerceram efeitos semelhantes sobre o metabolismo glicídico das aves.

Resultados semelhantes foram relatados por Darmawan *et al.* (2024), que em uma meta-análise envolvendo 27 estudos com poedeiras, observaram redução dos níveis séricos de glicose com o aumento da suplementação de óleos essenciais. O estudo reforça que o efeito verificado pode estar relacionado à atividade antioxidante dos compostos bioativos presentes nos óleos essenciais, uma vez que a redução do estresse oxidativo contribui para a menor mobilização de glicose e o melhor equilíbrio metabólico das aves.

Considerando que a glicose sanguínea é um importante indicador da condição metabólica e das respostas ao estresse, a redução observada pode também estar associada a uma melhora na utilização da glicose ou a alterações na homeostase energética promovidas pelos tratamentos. Além disso, variações nos níveis glicêmicos podem ser influenciadas por fatores como eficiência de absorção e metabolismo dos nutrientes, bem como por características inerentes às aves, incluindo linhagem, sexo e idade (Braun; Sweazea, 2008; Zaytsoff *et al.*, 2019; Rezende *et al.*, 2019).

A redução observada nos níveis de glicose sugere ainda uma possível influência desses compostos sobre o metabolismo energético, possivelmente associada à melhora da saúde intestinal, ao maior aproveitamento dos nutrientes e à modulação de processos fisiológicos relacionados ao estresse oxidativo. Assim, os resultados reforçam o potencial dos óleos essenciais e dos glicerídeos de ácido butírico como alternativas aos antibióticos promotores de crescimento, uma vez que foram capazes de promover respostas metabólicas favoráveis sem comprometer o equilíbrio dos principais indicadores bioquímicos séricos avaliados.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que, sob as condições de criação e manejo deste estudo, o uso de óleos essenciais (cinamaldeído, carvacrol, timol) e glicerídeos de ácido butírico, em alternativa a bacitracina de zinco, reduz a glicemia de poedeiras *Hy-line Brown* às 52 semanas de idade, não exercendo influencia sobre as concentrações de colesterol e triglicerídeos.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-WARETH, A. A. A. *et al.* 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.
- ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2026 com dados oficiais da avicultura e da suinocultura do Brasil**. Disponível em: <https://abpa-br.org/noticias/abpa-lanca-relatorio-anual-2026-com-dados-oficiais-da-avicultura-e-da-suinocultura-do-brasil/>. Acesso em: 10 jun. 2026.
- 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, 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.; 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.
- 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, n. 6, p. 1–9, 2024.
- 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). **International Journal of Biometeorology**, v. 60, n. 3, p. 447–454, 2016.
- ALMEIDA, B. A. *et al.* Use of a blend based on an emulsifier, monolaurin, and glycerides of butyric acid in the diet of broilers: impacts on intestinal health, performance, and meat. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 93, supl. 4, e20210687, 2021.
- BARBOSA, T. S. *et al.* Perfil bioquímico sérico de galinhas poedeiras na região de Araçatuba, SP. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1583-1588, 2011.
- BRASIL**. Ministério da Agricultura e Pecuária. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Portaria SDA/MAPA nº 1.617, de 24 de abril de 2026**. Proíbe, em todo o território

nacional, a importação, a fabricação, a comercialização e o uso de aditivos melhoradores de desempenho que contêm antimicrobianos classificados como importantes na medicina humana ou veterinária e cancela os registros dos produtos correspondentes. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 27 abr. 2026. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/copy_of_PORTARIASDA_MAPAN1.617DE24DEABRILDE2026PORTARIASDA_MAPAN1.617DE24DEABRILDE2026DOUImprensaNacional.pdf. Acesso em: 3 jul. 2026.

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.

BRELAZ, K. C. B. T. R. *et al.* Serum biochemistry profile of laying hens fed diets with fish waste oil. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 73, n. 1, p. 223-230, 2021.

CAMPBELL, T. W. *Veterinary hematology and clinical chemistry*. 2. ed. Wiley-Blackwell, 2012.

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.

FARIA, P. P. *et al.* Análises bioquímicas para frango de corte: revisão. **Nutritime**, v. 18, n. 06, p. 9009, 2021.

GOMES, A. **ABPA lança Relatório Anual 2026 com dados oficiais da avicultura e da suinocultura do Brasil**. 2026. Disponível em: <https://abpa-br.org/noticias/abpa-lanca-relatorio-anual-2026-com-dados-oficiais-da-avicultura-e-da-suinocultura-do-brasil/>. Acesso em: 10 jun. 2026.

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

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.

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

HU, H. et al. 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.

HUANG, S. et al. Acute heat stress in broiler chickens and its impact on serum biochemical and electrolyte parameters. **Indian Journal of Animal Research**, v. 52, p. 683-686, 2018.

HU, H. et al. 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).

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, 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, 2021.

ISMAEL, E.; KAMEL, S.; ELLEITHY, E. M. M.; BEKEER, M. R.; FAHMY, K. N. 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, 2025.

LEE, K. W. et al. Dietary carvacrol lowers body weight gain but improves feed conversion in female broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 12, n. 4, p. 394-399, 2003.

LILLEHOJ, H. et al. Phytochemicals as antibiotic alternatives to promote growth and enhance host health. **Veterinary Research**, v. 49, n. 1, p. 76, 2018.

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.

MALTA, D. C. et al. Exames laboratoriais da Pesquisa Nacional de Saúde: metodologia de amostragem, coleta e análise dos dados. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, 2019.

MAZUR-KUŚNIREK, M. et al. Different forms of butyric acid in poultry nutrition: a review. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 33, p. 270-280, 2024.

MELUZZI, A. et al. Determination of blood constituents reference values in broilers. **Poultry Science**, v. 71, p. 337-345, 1992.

MIAO, S. *et al.* 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. Oregano essential oil (*Origanum vulgare*) to feed laying hens and its effects on animal health. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 91, n. 1, p. 1–10, 2019.

MUHAMMAD, N. R. *et al.* Role of essential oils as feed additives in egg production and future perspectives. **Life Sciences, Medicine and Biomedicine**, v. 8, n. 1, 2024.

NARI, N. *et al.* Intestinal microbial ecology, immune response, stress indicators, and gut morphology of male broiler chickens fed low-phosphorus diets supplemented with phytase, butyric acid, or *Saccharomyces boulardii*. **Livestock Science**, v. 234, p. 103975, 2020.

OMAR, A. E. *et al.* Performance, serum biochemical and immunological parameters, and digestive enzyme and intestinal barrier-related gene expression of broiler chickens fed fermented fava bean by-products as a substitute for conventional feed. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 8, p. 696841, 2021.

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.

REZENDE, M. S. **Perfil bioquímico sanguíneo de linhagem pesada de frango de corte**. 2017. 63 f. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2017.

REZENDE, M. S. *et al.* 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.

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, 2024. 576 p.

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.

SILVA FIGUEIREDO, C. S. *et al.* Óleo essencial de canela (cinamaldeído) e suas aplicações biológicas. **Revista de Investigação Biomédica**, v. 9, n. 2, 2017.

SOARES, E. S. R. *et al.* Egg production and quality, hematology and serum biochemistry of laying hens feed with symbiotic supplemented diets. **The Journal of Applied Poultry Research**, p. 100749, 2026.

TANG, S. G. H. *et al.* Performance, biochemical and haematological responses, and relative organ weights of laying hens fed diets supplemented with prebiotic, probiotic and synbiotic. **BMC Veterinary Research**, v. 13, n. 1, p. 248, 2017.

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, 2006.

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.

ZELMAL, R. Guidelines for the management of Dyslipidaemias. **European Heart Journal**, v. 42, p. 1769-1818, 2011.

ZHOU, M. *et al.* Effects of dietary supplementation with butyrate glycerides on lipid metabolism, intestinal morphology, and microbiota population in laying hens. **Poultry Science**, v. 104, n. 2, p. 104755, 2025.