

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v19n01e1707>

Compostos bioativos e ácidos orgânicos com liberação intestinal no desempenho de frangos de corte desafiados com *Clostridium perfringens*

Mariana Garcia Ornaghi^{1*} , Caio Tellini¹, Rafaela Berto¹, Ricardo Araújo Castilho¹ , Ivanor Nunes do Prado² 

¹Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento, Safeeds Nutrição Animal, Cascavel, Brasil

²Programa de Pós-graduação, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

*Autor para correspondência, mariana.ornaghi@safeeds.com.br

Resumo. Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de um aditivo à base de compostos bioativos e ácidos orgânicos de liberação dirigida, em diferentes dosagens (150, 300 e 450 g/t) na dieta de frangos de corte, comparado ao uso de enramicina. As aves foram submetidas a um desafio microbiano por meio de inoculação oral com *Clostridium perfringens* nos dias 12, 13, 14 e 15 de vida, com dose de 0,5 mL e concentração de $1,0 \times 10^8$ UFC/mL. Foram avaliados o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar nas fases de 1-7 dias, 1-14 dias, 1-21 dias, 1-28 dias, 1-35 dias e 1-42 dias. Os resultados indicaram que o consumo total de ração e o peso vivo foram maiores ($P < 0,001$) para o grupo controle (sem desafio) e similares (sem diferenças significativas) ao tratamento com 300 g/t de Avinatus[®] M300 até os 35 dias. Aos 42 dias, o peso vivo final não apresentou diferenças significativas entre todos os tratamentos ($P > 0,05$). Entre os tratamentos com Enramicina e Avinatus[®] M300 nas dosagens de 150 e 450 g/t, não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,001$) no peso vivo. Na primeira semana, a conversão alimentar foi melhor ($P < 0,001$) para os frangos do grupo controle, enquanto da segunda à sexta semana, a conversão alimentar foi semelhante ($P > 0,001$) entre todos os tratamentos. Ao final do experimento, os frangos que receberam ração com enramicina e Avinatus[®] M300 na dosagem de 150 g/t apresentaram melhor conversão alimentar em comparação ao grupo controle. Conclui-se que o Avinatus[®] M300 é eficiente em melhorar os parâmetros de desempenho zootécnico de frangos de corte sob desafio entérico, sendo uma alternativa viável aos antibióticos como promotores de crescimento.

Palavras-chave: Aditivos, aves, desempenho, óleos essenciais

*A gut-release blend of bioactive compounds in synergistic combination with organic acids on the performance of broilers challenged with *Clostridium perfringens**

Abstract. This study aimed to evaluate the effects of a blend of bioactive compounds and organic acids with targeted release, at different dosages (150, 300, and 450 g/t), on the diet of broiler chickens, compared to the use of Enramycin. The birds were subjected to a microbial challenge through oral inoculation with *Clostridium perfringens* on days 12, 13, 14, and 15 of age, with a dose of 0.5 mL and a concentration of 1.0×10^8 CFU/mL. Feed intake, weight gain and feed conversion ratio were assessed during the phases of 1-7 days, 1-14 days, 1-21 days, 1-28 days, 1-35 days and 1-42 days. Results indicated that total feed intake and live weight were higher ($P < 0.001$) for the control group (without challenge) and similar (no significant differences) to the treatment with 300 g/t of Avinatus[®] M300 at up to 35 days of age. At 42 days, the final live weight did not differ significantly among treatments ($P > 0.05$). Among treatments with enramycin and Avinatus[®] M300 at dosages

of 150 and 450 g/t, no significant differences ($P > 0.001$) were observed in live weight. In the first week, the feed conversion ratio was better ($P < 0.001$) for the control group while, from the second to the sixth week, feed conversion ratio was similar ($P > 0.001$) across all treatments. By the end of the experiment, broilers fed with enramycin and Avinatus[®] M300 at a dosage of 150 g/t showed better feed conversion compared to the control group. It was concluded that Avinatus[®] M300 is effective in improving the animal performance of broilers under enteric challenge, making it a viable alternative to antibiotics as growth promoters.

Keywords: Additives, essential oils, poultry, performance

Introdução

O Brasil ocupa a posição de terceiro maior produtor e maior exportador de carne de frango do mundo, abastecendo mais de 140 países (ANUALPEC, 2024). Dessa forma, a indústria avícola brasileira tem um impacto global e busca continuamente evoluir em produtividade, qualidade e segurança dos produtos (ABPA, 2024). Contudo, a produção enfrenta diversos desafios, especialmente em relação ao status sanitário das aves e à contaminação por microrganismos que podem prejudicar a saúde dos animais e representar um risco para os consumidores finais (Cima et al., 2006; Lopes et al., 2021; Repik et al., 2021).

Entre os microrganismos entéricos, diversos podem infectar frangos de corte e integrar a microbiota da cama como, por exemplo, o *Clostridium perfringens*, que é produtor de toxinas e está relacionado à enterite necrótica (Fasina et al., 2016; Mejia et al., 2018). Essa condição provoca redução na ingestão alimentar, apatia, prostração, desidratação e aumento da mortalidade (Bahram et al., 2012). Além disso, gera significativas perdas econômicas na avicultura, uma vez que prejudica o desempenho das aves e cria um ambiente propício para a proliferação de outros microrganismos, como *Salmonella* e *Eimeria*.

Entre as estratégias amplamente utilizadas na avicultura, os antibióticos promotores de crescimento desempenham um papel importante na redução da contaminação e na minimização dos impactos negativos sobre a sanidade e o desempenho produtivo das aves. No entanto, com o crescente foco em práticas mais sustentáveis e seguras, muitos produtores estão substituindo esses antibióticos por alternativas como extratos de plantas, óleos essenciais, compostos secundários e ácidos orgânicos (Lourenço et al., 2019; Pitino et al., 2021). Esses compostos têm se mostrado promissores, oferecendo benefícios comprovados para a saúde intestinal das aves, além de contribuírem positivamente para o metabolismo e desempenho produtivo.

Os compostos bioativos oriundos de extratos de plantas apresentam um vasto modo de ação, tanto em relação ao potencial antimicrobiano quanto antioxidante (Patra, 2019). No organismo animal, podem atuar como moduladores do microbioma, possibilitando uma maior saúde intestinal e aumentando o status imunológico pela redução de radicais livres produzidos no intestino, que atingem a corrente sanguínea e os tecidos (Kovanda et al., 2019). O uso de compostos bioativos em combinação sinérgica com ácidos orgânicos é uma estratégia eficaz no controle de microrganismos patogênicos (Gopi, 2014). Além disso, a entrega dirigida permite o alcance dessas substâncias a nível intestinal, proporcionando melhores respostas produtivas (Bakry et al., 2016; Gbassi & Vandamme, 2012).

O objetivo deste experimento foi avaliar o desempenho zootécnico de frangos de corte desafiados com *Clostridium perfringens*, utilizando o produto Avinatus[®] M300 em diferentes dosagens (150, 300 e 450 g/t) e um grupo contendo enramicina (10 ppm/t).

Material e métodos

O experimento foi conduzido em uma granja comercial situada na região oeste do Paraná. Foram utilizados 1.440 pintinhos machos da linhagem Cobb, os quais foram distribuídos em blocos ao acaso em seis tratamentos com oito repetições (30 aves cada; $n = 8$). Alojamento em box 2,60 m² com cama maravalha nova. Os tratamentos foram: Controle negativo (CN; sem desafio e sem inclusão de nenhum aditivo), animais desafiados recebendo 10 ppm de Enramicina e diferentes inclusões de um *blend* de compostos bioativos e ácidos orgânicos com entrega intestinal dirigida (Avinatus[®] M300; 150 g/t; 300 g/t e 450 g/t).

Todas as aves, exceto o controle negativo, receberam 40 vezes a dose da vacina Bio-Coccivet R, no primeiro dia de vida, assim distribuídas: a) inoculação por via oral de 0,3 ml, equivalente a 10 vezes a dose da vacina, b) administração via água de bebida do restante, 30 vezes a dose vacinal, também no 1º dia. Vacina Bio-Coccivet R contém cepas das seguintes Eimerias: *E. acervulina*, *E. brunetti*, *E. maxima*, *E. necatrix*, *E. praecox*, *E. tenella* e *E. mitis*. Posteriormente as aves foram desafiadas por inoculação via oral com *Clostridium perfringens* feitos nas seguintes datas: 12º, 13º, 14º e 15º dias de vida, com dose de 0,5 ml na concentração de $1,0 \times 10^8$ UFC/mL em todas as aves, exceto o grupo controle. Foram avaliados consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, nas fases de 1-7 dias, 1-14 dias, 1-21 dias, 1-28 dias, 1-35 dias e 1-42 dias.

Para as análises estatísticas foi utilizado o software SAS (Institute Inc., Cary, NC). Os dados foram submetidos a análise de normalidade e homogeneidade e posteriormente análise de variância (ANOVA). Em seguida os dados foram submetidos ao teste de Tukey considerando 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Ingestão de ração

A ingestão total de ração no dia sete foi maior ($P < 0,001$) para o tratamento controle e para as inclusões de 300 e 450 g/t do *blend* de compostos bioativos e ácidos orgânicos com entrega dirigida de ativos, os quais não apresentaram diferenças entre si ou em relação aos outros tratamentos (enramicina e AV15) (Tabela 1). Nas fases seguintes, aos 14 e 21 dias, a ingestão de ração foi maior para o tratamento controle em comparação com os demais tratamentos ($P < 0,05$). Nos dias 25 e 42, os tratamentos controle e inclusão de 300 g/t apresentaram resultados similares ($P > 0,001$), com maior consumo para os animais desses grupos. Por outro lado, o consumo total de ração foi semelhante ($P > 0,001$) entre as aves que consumiram a dieta com enramicina e Avinatus® em qualquer dosagem.

Tabela 1. Consumo total de ração (gramas) por período em por ave (dias)

Tratamentos	Dias					
	7	14	21	28	35	42
Controle	214a	689a	1,509a	2,701a	4,074a	5,527a
Enramicina	199b	618b	1,345b	2,417b	3,712c	5,168b
AV15 ¹	199b	622b	1,384b	2,444b	3,724bc	5,192b
AV30 ²	203ab	630b	1,413b	2,505ab	3,870b	5,362ab
AV45 ³	203ab	616b	1,371b	2,432b	3,770bc	5,828b
EPM ⁴	8,931	3,831	62,673	150,111	105,772	145,840
P < Valor	0,013	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

¹Avinatus M300 150 g/t; ²Avinatus M300 300 g/t; ³Avinatus M300 450 g/t. ⁴Erro padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna são diferentes ($P < 0,05$).

Em períodos de desafio, como estresse por calor, alta densidade energética na ração, presença de micotoxinas ou contaminação microbiológica, os animais podem reduzir o consumo alimentar (Valadez-García et al., 2021). Esses fatores causam um desequilíbrio na defesa antioxidante do organismo, especialmente no intestino, resultando na destruição das células da membrana e permitindo a absorção de compostos tóxicos, como LPS, micotoxinas e espécies reativas de oxigênio. Esses compostos são transportados ao fígado, que, ao se comunicar com o cérebro, sinaliza uma possível insuficiência hepática devido ao aumento da demanda funcional (Jastrebski et al., 2017). Como resposta, o organismo solicita que o animal consuma menos alimento, afetando, por consequência, o desempenho zootécnico (Mishra & Jha, 2019; Zaboli et al., 2019).

Peso médio

O peso vivo aos 35 dias foi maior ($P < 0,05$) para os frangos alimentados com a ração controle, sendo similar ao tratamento com 300 g/t de Avinatus® (Tabela 2). No entanto, não houve diferença significativa ($P > 0,001$) em relação aos frangos alimentados com Enramicina ou Avinatus® ao longo das sete semanas do experimento. Ao final do estudo (42 dias), os pesos foram semelhantes entre todos os tratamentos ($P > 0,05$). O uso de compostos bioativos derivados de óleos essenciais, como os de orégano e hortelã-pimenta (150 mg/kg), demonstraram efeitos benéficos no ganho de peso, eficiência alimentar e qualidade da carne de frangos de corte, especialmente sob condições de estresse térmico. Essas

substâncias também reduziram a gordura abdominal e parâmetros bioquímicos, como colesterol e triglicerídeos, sugerindo seu potencial como alternativas naturais a aditivos sintéticos ([Abdel-Wareth & Lohakare, 2023](#)).

Tabela 2. Peso médio dos frangos (gramas) por período em por ave (dias)

Tratamentos	Dias					
	7	14	21	28	35	42
Controle	228a	554a	1,085a	1,795a	2,583a	3,355
Enramicina	202b	486b	989b	1,669b	2,452b	3,291
AV15 ¹	201b	478b	970b	1,656b	2,436b	3,262
AV30 ²	201b	489b	994b	1,701ab	2,493ab	3,307
AV45 ³	198b	477b	978b	1,684b	2,444b	3,254
EPM ⁴	7,101	16,541	37,991	69,652	84,902	91,451
P < Valor	0,001	0,001	0,001	0,002	0,005	0,294

¹Avinatus M300 150 g/t; ²Avinatus M300 300 g/t; ³Avinatus M300 450 g/t. ⁴Erro padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna são diferentes ($P < 0,05$);

Conversão alimentar

Na primeira semana do experimento (sete dias), a conversão alimentar (CA) foi melhor ($P < 0,05$) para os frangos alimentados com a ração controle, apresentando uma conversão média de 1,117 ([Tabela 3](#)). Esse valor corresponde a uma melhora de 16,83% em relação aos tratamentos com enramicina ou Avinatus[®]. No entanto, é importante destacar que, nesse período inicial, a ingestão de ração é muito baixa ([Tabela 1](#)), o que pode limitar o impacto prático da diferença observada.

Da segunda semana (14 dias) até a sexta semana (35 dias), a conversão alimentar foi semelhante entre todos os tratamentos ($P > 0,05$), indicando que, ao longo do crescimento, o desempenho zootécnico em termos de eficiência alimentar não foi influenciado pelos diferentes aditivos testados.

Na última semana do experimento (42 dias), a conversão alimentar voltou a apresentar diferenças ($P < 0,05$). O grupo controle apresentou CA inferior (1,680), enquanto o grupo alimentado com enramicina apresentou o melhor desempenho (1,606). Os tratamentos com Avinatus[®] em diferentes dosagens (150, 300 e 450 g/t) apresentaram desempenho intermediário, sem diferenças relevantes entre si.

Ao final do experimento (42 dias), a conversão alimentar foi otimizada nos frangos alimentados com a dieta contendo enramicina e/ou Avinatus[®] M300 (150 g/t), em comparação à dieta controle ([Tabela 3](#)). Entre os tratamentos com aditivos, a conversão alimentar foi semelhante ($P > 0,001$) em todas as dosagens testadas, indicando consistência nos resultados obtidos com os diferentes níveis de inclusão.

Os dados deste estudo corroboram trabalhos anteriores que evidenciam o impacto positivo de aditivos sobre o desempenho alimentar, especialmente após a primeira semana de vida. [Nacif et al. \(2020\)](#) avaliaram a inclusão de aditivos alternativos, como prebióticos, probióticos e simbióticos, em comparação à avilamicina, observando uma melhora significativa em ambos os grupos, particularmente após o período inicial de adaptação. Os resultados apresentados são consistentes com os do presente estudo, que demonstraram um aprimoramento significativo na conversão alimentar dos frangos alimentados com enramicina e Avinatus[®] M300 (150 g/t) ao final do experimento, reforçando o potencial desses aditivos como alternativas viáveis para melhorar o desempenho zootécnico.

Tabela 3. Conversão média dos frangos (gramas) por período em por ave (dias)

Tratamentos	Dias					
	7	14	21	28	35	42
Controle	1,117b	1,360	1,454	1,506	1,606	1,680a
Enramicina	1,281a	1,405	1,437	1,449	1,545	1,606b
AV15 ¹	1,285a	1,422	1,502	1,477	1,568	1,615b
AV30 ²	1,314a	1,425	1,492	1,471	1,583	1,645ab
AV45 ³	1,342a	1,431	1,472	1,444	1,573	1,631ab
EPM ⁴	0,060	0,006	0,060	0,070	0,050	0,040
P < Valor	0,001	0,159	0,262	0,260	0,329	0,009

¹Avinatus M300 150 g/t; ²Avinatus M300 300 g/t; ³Avinatus M300 450 g/t. ⁴Erro padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna são diferentes ($P < 0,05$);

A combinação de óleos essenciais e ácidos orgânicos tem demonstrado resultados altamente promissores na avicultura. [El-Saadony et al. \(ElSaadony2022\)](#) destacaram que a associação entre timol e ácido butírico em rações resultou em uma sinergia que proporcionou maior eficiência alimentar e conversão, reforçando o potencial desses compostos quando usados em conjunto.

Os compostos bioativos exercem uma importante ação antioxidante, beneficiando o metabolismo animal ao reduzir os gastos energéticos necessários para a ativação do sistema imunológico. Eles atuam sequestrando radicais livres, o que minimiza os danos causados pelo estresse oxidativo ([Swaggerty et al., 2019](#)). Esse mecanismo favorece a capacidade antioxidante endógena, promovendo respostas anti-inflamatórias mais eficazes e contribuindo para o equilíbrio metabólico essencial ao bem-estar dos animais ([Brewer, 2011](#); [Carocho et al., 2018](#)). Como consequência, há uma otimização no aproveitamento energético da dieta e uma manutenção eficiente da homeostase metabólica ([Surai & Earle-Payne, 2022](#)).

A associação entre compostos bioativos e ácidos orgânicos também apresenta efeitos sinérgicos no controle microbiano, com impactos positivos sobre a microbiota intestinal ([Manaig et al., 2022](#)). A literatura sugere que essa sinergia cria um ambiente intestinal mais estável, promovendo a saúde animal e melhorando a eficiência alimentar ([Coban, 2020](#)). Esses compostos não apenas modulam a microbiota intestinal, mas também reduzem o estresse oxidativo, especialmente em situações desafiadoras, como alta densidade populacional ou contaminação alimentar.

O uso de timol e carvacrol, em concentrações de 150 a 300 mg/kg, tem mostrado benefícios significativos em frangos de corte, incluindo melhor conversão alimentar, redução de bactérias patogênicas e maior equilíbrio da microbiota intestinal. Esses efeitos são particularmente notáveis em condições de desafios nutricionais ou ambientais ([Mastromatteo et al., 2009](#)). A combinação com ácidos orgânicos potencializa esses benefícios, promovendo estabilidade digestiva e maior eficiência metabólica, consolidando seu papel como alternativa promissora aos aditivos sintéticos.

A interação sinérgica entre compostos bioativos e ácidos orgânicos é frequentemente apontada como um dos principais mecanismos responsáveis por seus efeitos positivos. Essa combinação promove melhorias na digestibilidade e eficiência alimentar, além de atuar na modulação da microbiota intestinal, favorecendo um ambiente mais equilibrado e inibindo a proliferação de microrganismos patogênicos. Em situações de desafio entérico elevado, como as descritas em estudos recentes, essas propriedades são essenciais para mitigar os impactos negativos na saúde intestinal e no desempenho zootécnico das aves ([Gopi, 2014](#); [Manaig et al., 2022](#)). Além disso, a utilização integrada de compostos bioativos, contribui para a redução do estresse oxidativo e para o fortalecimento do status imunológico dos animais. Esses efeitos combinados resultam em respostas fisiológicas mais eficientes, promovendo um desempenho otimizado mesmo sob condições adversas ([Abdel-Wareth & Lohakare, 2023](#)).

Conclusão

O uso do blend de compostos bioativos e ácidos orgânicos com liberação direcionada ao intestino (Avinatus® M300) demonstrou eficácia significativa na melhoria dos parâmetros de desempenho zootécnico em frangos expostos a desafios entéricos severos, evidenciando benefícios que se equiparam ou até superam os observados no grupo tratado com antibióticos promotores de crescimento (APC). Este estudo destaca não apenas a viabilidade do uso de compostos bioativos como alternativa aos APCs, mas também a contribuição desses aditivos para a sustentabilidade da produção avícola. Além disso, a substituição de APCs por alternativas naturais, alinha-se com as tendências globais de reduzir o uso de antimicrobianos na produção animal, atendendo às demandas de consumidores por alimentos mais saudáveis e sustentáveis.

Agradecimentos

O projeto atual foi financiado pela Safeeds Nutrição Animal, Cascavel, Paraná, Brasil.

Contribuição dos autores

Todos fizeram contribuições consideráveis para este trabalho que os qualificam para serem incluídos como autores neste trabalho.

Consentimento informado

Todos os autores deram seu consentimento de que este trabalho é válido e representa suas visões do estudo, e todos os autores deram seu consentimento para que este trabalho fosse publicado.

Conflito de interesses

Certificamos que não há conflito de interesses com nenhuma organização financeira em relação ao material discutido no manuscrito

Referências bibliográficas

- Abdel-Wareth, A. A. A., & Lohakare, J. (2023). Bioactive lipid compounds as eco-friendly agents in the diets of broiler chicks for sustainable production and health status. *Veterinary Sciences*, *10*(10), 612. <https://doi.org/10.3390/vetsci10100612>
- ABPA. (2024). Associação brasileira de proteína animal. In *Relatório Anual de Atividades*.
- ANUALPEC. (2024). *Anuário da Pecuária Brasileira* (20th ed., Vol. 1). Instituto FNP.
- Bahram, S., Vince, A. R., & Prescott, J. F. (2012). The successful experimental induction of necrotic enteritis in chickens by *Clostridium perfringens*: a critical review. *Veterinary Research*, *43*(1), 74.
- Bakry, A. M., Abbas, S., Ali, B., Majeed, H., Abouelwafa, M. Y., Mousa, A., & Liang, L. (2016). Microencapsulation of oils: A comprehensive review of benefits, techniques, and applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *15*(1), 143–182. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12179>.
- Brewer, M. S. (2011). Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *10*(4), 221–247. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00156.x>.
- Carocho, M., Morales, P., & Ferreira, I. C. F. R. (2018). Antioxidants: Reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservatives. *Trends in Food Science & Technology*, *71*, 107–120. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.11.008>.
- Cima, E. G., Amorim, L. S. B., & Shikida, P. F. A. (2006). A importância da rastreabilidade para o sistema de segurança alimentar na indústria avícola. *Revista da FAE*, *9*(1), 1–12.
- Coban, H. B. (2020). Organic acids as antimicrobial food agents: applications and microbial productions. In *Bioprocess and Biosystems Engineering* (Vol. 43, Issue 4, pp. 569–591). <https://doi.org/10.1007/s00449-019-02256-w>.
- El-Saadony, M. T., Umar, M., Hassan, F. U., Alagawany, M., Arif, M., Taha, A. E., Elnesr, S. S., El-Tarabily, K. A., & Abd El-Hack, M. E. (2022). Applications of butyric acid in poultry production: The dynamics of gut health, performance, nutrient utilization, egg quality, and osteoporosis. In *Animal Health Research Reviews* (Vol. 23, Issue 2, p. 136). <https://doi.org/10.1017/S1466252321000220>.
- Fasina, Y. O., Newman, M. M., Stough, J. M., & Liles, M. R. (2016). Effect of *Clostridium perfringens* infection and antibiotic administration on microbiota in the small intestine of broiler chickens. *Poultry Science*, *95*(2), 247–260. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev329>.
- Gbassi, G. K., & Vandamme, T. (2012). Probiotic encapsulation technology: from microencapsulation to release into the gut. *Pharmaceutics*, *4*(1), 149–163. <https://dx.doi.org/10.3390%2Fpharmaceutics4010149>.
- Gopi, M. (2014). Essential Oils as a Feed Additive in Poultry Nutrition. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, *2*(1), 1–7. <https://doi.org/10.14737/journal.aavs/2014.2.1.1.7>.
- Jastrebski, S. F., Lamont, S. J., & Schmidt, C. J. (2017). Chicken hepatic response to chronic heat stress using integrated transcriptome and metabolome analysis. *PLoS ONE*, *12*(7), e0181900. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181900>.
- Kovanda, L., Zhang, W., Wei, X., Luo, J., Wu, X., Atwill, E. R., Vaessen, S., Li, X., & Liu, Y. (2019). In vitro antimicrobial activities of organic acids and their derivatives on several species of Gram-

- negative and Gram-positive bacteria. *Molecules*, 24(20), 3770. <https://doi.org/10.3390/molecules24203770>.
- Lopes, J. B., Fernanda, J., Barbosa, L., & Lacava, P. (2021). Resistência antimicrobiana na saúde animal e pública: Revisão de literatura. *Ciência & Inovação*, 6(1), 74–83.
- Lourenço, S. C., Moldão-Martins, M., & Alves, V. D. (2019). Antioxidants of natural plant origins: From sources to food industry applications. *Molecules*, 24(22), 1–25. <https://doi.org/10.3390/molecules24224132>.
- Manaig, M. M., Cruz, J. F. D., Khasanah, H., Widianingrum, D. C., & Purnamasari, L. (2022). Heat stress management strategies using plant extracts in poultry. *International Journal of Agriculture and Biology*, 28(4). <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.1975>.
- Mastromatteo, M., Lucera, A., Sinigaglia, M., & Corbo, M. R. (2009). Combined effects of thymol, carvacrol and temperature on the quality of non-conventional poultry patties. *Meat Science*, 83(2), 246–254. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.05.007>
- Mejia, D. B., Peñuela-S, L. M., & Sanmiguel, R. A. (2018). El gran impacto de *Clostridium perfringens* en aves de corral. *PUBVET*, 12(9), 1–9. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v12n9a180.1-9>
- Mishra, B., & Jha, R. (2019). Oxidative stress in the poultry gut: Potential challenges and interventions. In *Frontiers in Veterinary Science* (Vol. 6, Issue MAR). <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00060>.
- Nacif, E. L., Oliveira, G. H., & Santos, P. L. (2020). Efeito de aditivos alternativos sobre a conversão alimentar de frangos de corte durante diferentes fases de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 49(12), e20190111.
- Patra, A. K. (2019). Influence of plant bioactive compounds on intestinal epithelial barrier in poultry. *Medicinal Chemistry*, 20(7), 566–577. <https://doi.org/10.2174/1389557520666191226111405>.
- Pitino, R., De Marchi, M., Manuelian, C. L., Johnson, M., Simoni, M., Righi, F., & Tsiplakou, E. (2021). Plant feed additives as natural alternatives to the use of synthetic antioxidant vitamins on yield, quality, and oxidative status of poultry products: A review of the literature of the last 20 years. In *Antioxidants* (Vol. 10, Issue 5, p. 757). <https://doi.org/10.3390/antiox10050757>.
- Repik, C. F., Lisboa, A. C. L. C., Tukasan, B. C., & Girio, R. J. S. (2021). A resistência antimicrobiana na produção animal: Alerta no contexto da saúde única. *PUBVET*, 16(4), 1–6. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n04a1084.1-6>.
- Surai, P. F., & Earle-Payne, K. (2022). Antioxidant defenses and redox homeostasis in animals. In *Antioxidants* (Vol. 11, Issue 5, p. 1012). <https://doi.org/10.3390/antiox11051012>.
- Swaggerty, C. L., Callaway, T. R., Kogut, M. H., Piva, A., & Grilli, E. (2019). Modulation of the immune response to improve health and reduce foodborne pathogens in poultry. *Microorganisms*, 7(3), 65. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7030065>.
- Valadez-García, K. M., Avendaño-Reyes, L., Díaz-Molina, R., Mellado, M., Meza-Herrera, C. A., Correa-Calderón, A., & Macías-Cruz, U. (2021). Free ferulic acid supplementation of heat-stressed hair ewe lambs: Oxidative status, feedlot performance, carcass traits and meat quality. *Meat Science*, 173, 108395. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108395>.
- Zaboli, G., Huang, X., Feng, X., & Ahn, D. U. (2019). How can heat stress affect chicken meat quality? - A review. *Poultry Science*, 98(3), 1551–1556. <https://doi.org/10.3382/ps/pey399>.

Histórico do artigo:**Recebido:** 22 de novembro de 2024**Aprovado:** 10 de dezembro de 2024**Licenciamento:** Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.