

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v18n04e1574>

Efeitos da utilização de aditivos fitogênicos na dieta de galinhas poedeiras

Márcia das Neves Soares^{1*}, Isabelle Naemi Kaneko², Sarah Gomes Pinheiro³, Thamires da Silva Ferreira³, Ana Carolina de Sá Silva Lima¹, Valquíria Sousa Silva⁴, Fernando Guilherme Perazzo Costa⁵

¹Doutoranda da Universidade Federal de Lavras, Departamento de Zootecnia, Lavras, MG, Brasil

²Prof. Dr., Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Rondônia, Brasil.

³Doutora em Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, Brasil.

⁴Doutora Universidade Federal do Ceará, Ceará, Brasil.

⁵Professor da Universidade Federal da Paraíba, Areia – Paraíba Brasil.

*Autor para correspondência, e-mail:

Resumo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho, qualidade de ovos e morfologia intestinal de poedeiras da linhagem Hy-line Brown alimentadas com aditivos fitogênicos. Foram utilizadas 320 poedeiras da linhagem Hy-line Brown com idade entre 41 e 62 semanas, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, composto por cinco tratamentos, oito repetições e oito aves por unidade experimental. Foram avaliados a suplementação de três aditivos fitogênicos diferentes, sendo o tratamento 1 (dieta basal), tratamento 2 (basal + bicarbonato de sódio), tratamento 3 (dieta basal + produto 1), tratamento 4 (dieta basal + produto 2) e tratamento 5 (dieta basal + produto 3). As análises foram realizadas nos dias 0, 14 e 21, sendo avaliado o desempenho, qualidade dos ovos e morfologia intestinal. Não houve efeito para o desempenho dos animais; porém houve em relação à qualidade dos ovos. Quanto a morfologia intestinal na porção do jejuno, houve aumento no número de células caliciformes, altura de vilosidade, profundidade de cripta e razão vilosidade/cripta. Na morfologia do íleo houve aumento no número de células caliciformes, largura de vilosidade e razão vilosidade/cripta. Dessa maneira, pode-se inferir que os aditivos fitogênicos podem ser ofertados em dietas para poedeiras entre 41 e 62 semanas de idade com o objetivo de melhorar a qualidade dos ovos.

Palavras-chave: Armazenamento de ovos, extratos herbais, nutrição

Effects of using phytogetic additives in the diet of laying hens

Abstract. Our aim was to evaluate the performance, egg quality and intestinal morphology of Hy-line Brown layers fed with phytogetic egg additives. 320 layers of the Hy-line Brown strain aged between 41 and 62 weeks were used, distributed in a completely randomized design consisting of five treatments, eight replications and eight birds per experimental unit. The supplementation of three different phytogetic additives was evaluated: treatment 1 (basal diet); treatment 2 (basal diet + sodium bicarbonate); treatment 3 (basal diet + product 1); treatment 4 (basal diet + product 2) and treatment 5 (basal diet + product 3). Analyses were carried out on days 0, 14 and 21, assessing performance, egg quality and intestinal morphology. There was no significant effect on animal performance, but there was in relation to egg quality. As for intestinal morphology in the jejunum, there was an increase in the number of goblet cells, villus height, crypt depth and villus: crypt ratio. For ileum morphology, there was an increase in the number of goblet cells, villus width and villus: crypt ratio. Thus, it can be inferred that phytogetic additives can be offered in diets for layers between 41 and 62 weeks of age in order to improve egg quality.

Keywords: Egg storage, herbal extracts, nutrition

Introdução

Hoje no mercado alguns substitutos alternativos, como ácidos orgânicos, enzimas e aditivos a base de plantas, passaram a ser fortemente utilizados pelas indústrias da produção de alimentos de origem animal ([Al-Kassie, 2009](#); [Bostami et al., 2017](#); [Lillehoj et al., 2011](#); [Valentim et al., 2019](#)). Os aditivos fitogênicos são substâncias derivadas de plantas medicinais ou de especiarias, como o óleo vegetal, extrato vegetal, óleo essenciais e resinas, dentre outros ([Darmawan et al., 2022](#); [Mendel et al., 2017](#); [Windisch et al., 2008](#)). Estes compostos possuem efeito positivo na produção e na saúde dos animais, por atuarem inibindo o crescimento de microrganismos patogênicos no trato gastrointestinal ([Alves et al., 2021](#); [Koiyama, 2012](#); [Leite et al., 2012](#); [Pearce & Jin, 2010](#); [Souza et al., 2020](#)).

As funções dos aditivos fitogênicos estão ligadas aos compostos químicos presentes nas plantas ([Mendel et al., 2017](#); [Pearce & Jin, 2010](#); [Windisch et al., 2008](#)). De acordo com [Fernandes et al. \(2015\)](#), esses compostos podem ser saponinas, óleos essenciais, substâncias picantes e amargas, compostos fenólicos, entre outros. Compostos fenólicos possuem efeito antioxidante, assim como, o carvacrol e o timol ([Akrouf et al., 2011](#); [Alagawany et al., 2021](#); [Rúa et al., 2019](#); [Yildiz et al., 2021](#)), além de apresentar funcionalidade no metabolismo da ave, tais como, beneficiar o desenvolvimento de bactérias benéficas no trato gastrointestinal, melhorar a digestão e absorção dos nutrientes ingeridos pelas aves ([Garcia & Gomes, 2019](#); [Souza et al., 2020](#)) e consequentemente promover resultados na produtividade e qualidade dos ovos ([Brenes & Roura, 2010](#); [Oliveira et al., 2018](#); [Raza et al., 2022](#)).

Os fitogênicos têm se destacado devido às diversas propriedades de seus compostos bioativos, que são produzidos como parte do metabolismo secundário das plantas ([Alves et al., 2021](#); [Fernandes et al., 2015](#); [Leite et al., 2012](#); [Pearce & Jin, 2010](#)). Esses compostos demonstram a capacidade de atuar tanto como agentes antibacterianos quanto imunomoduladores, contribuindo assim para o aprimoramento do desempenho produtivo dos animais por meio da promoção da saúde intestinal das aves ([Carrasco et al., 2019](#); [Fernandes et al., 2015](#); [Mounia et al., 2018](#); [Pearce & Jin, 2010](#)). Diante do exposto, objetivou-se avaliar o desempenho, a qualidade de ovos e a morfologia intestinal de poedeiras da linhagem Hy-line Brown alimentadas com dietas suplementadas com aditivos fitogênicos.

Material e métodos

O experimento foi realizado no Módulo de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, localizado no município de Areia, Paraíba, Brasil. Este experimento foi submetido à Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção da Universidade Federal da Paraíba (CEUA/UFPB), protocolo nº 9314290419.

Foram utilizadas 320 poedeiras semipesadas da linhagem Hy-line Brown, com idade entre 41 e 62 semanas, com peso médio de 2,080 kg distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos e oito repetições compostas por oito aves por unidade experimental. Até serem utilizadas no ensaio experimental foram manejadas conforme as recomendações do manual da linhagem e alimentadas conforme as recomendações nutricionais preconizadas nas Tabelas Brasileiras de Exigências Nutricionais para Aves e Suínos publicadas por ([Rostagno et al., 2017](#)).

As aves foram alojadas em galpão convencional de postura, coberto com telhas de barro, com comedouros tipo calha e bebedouros tipo *nipple*, sendo agrupadas em gaiolas de arame galvanizado com dimensões de 45x45x30 cm, receberam água e ração à vontade durante todo o período experimental. O programa de luz adotado foi o de 17 horas de luz diária, sendo o controle do fornecimento realizado por meio de um relógio automático (timer), que permitiu o acender e o apagar das luzes durante o período da noite para complementar as horas de luz natural.

As dietas foram formuladas para atender as exigências dos animais de acordo com o manual de criação ([Tabela 1](#)). Foram avaliados a suplementação de aditivos fitogênicos, sendo três aditivos de diferentes composições (blend de óleos essenciais e extratos herbais), identificados neste trabalho como produto 1, 2 e 3, sendo o tratamento 1 dieta basal, tratamento 2 basal + bicarbonato de sódio, tratamento 3 dieta basal + produto 1, tratamento 4 dieta basal + produto 2 e tratamento 5 dieta basal + produto 3. O bicarbonato de sódio foi utilizado para estimular o consumo, além de ser um composto que fornece íons bicarbonato, importante para a formação da casca dos ovos.

Tabela 1. Dietas experimentais com o uso de aditivos fitogênicos na dieta de galinhas poedeiras

Alimentos e aditivos	Controle	Bicarbonato de sódio	Produto 1	Produto 2	Produto 3
Milho, 7,88%	669,190	667,440	669,190	669,190	669,190
Farelo de soja, 45,22%	199,810	200,130	199,810	199,810	199,810
Óleo de soja	8,460	9,060	8,460	8,460	8,460
Calcário	99,640	99,640	99,640	99,640	99,640
Fosfato bicálcico	14,510	14,510	14,510	14,510	14,510
Sal comum	3,590	0,460	3,590	3,590	3,590
DL-Metionina	1,820	1,820	1,820	1,820	1,820
L-Lisina HCl	0,900	0,890	0,900	0,900	0,900
Cloreto de colina,60%	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700
Premix Vitamínico ¹	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Premix Mineral ²	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Bicarbonato de sódio		4,600			
Aditivo fitogênico Produto 1			0,625		
Aditivo fitogênico Produto 2				0,150	
Aditivo fitogênico Produto 3					0,400
Inerte*	0,625			0,480	0,225
Total	1000	1000	1000	1000	1000

*Inerte: areia peneirada. Suplementação vitamínica: Vit. A- 16.000.000 UI/kg; Vit. D3 4.600.000 UI/kg; Vit. E 90.000 UI/kg; Vit K3 4.600 mg/kg; Vit. B1 5.400 mg/kg; Vit. B2 11 g/kg; Vit. B6 8.000 mg/kg; Vit. B12 30.000 mg/kg; niacina — 50 g/kg; ácido pantotênico — 20 g/kg; ácido fólico - 2.000 mg/kg; biotina — 300 mg/kg; selênio — 300 mg/kg. 2 — Suplementação mineral: manganês — 140 g/kg; zinco — 100 g/kg; ferro — 100 g/kg; cobre — 16 g/kg; iodo — 400 mg/kg.

Antes de iniciar o experimento, a produção de ovos foi anotada para ser realizada a montagem do mesmo tendo como base os dados de produção, para que as unidades experimentais possuíssem homogeneidade produtiva, além da homogeneidade de peso, contribuindo para redução do erro experimental. O período experimental teve duração de semanas e foi subdividido em cinco subperíodos de coleta de ovos, cada um correspondente a 28 dias. No qual, avaliou-se o desempenho das aves bem como a qualidade dos ovos do dia e ovos armazenados aos 14 e 21 dias.

As variáveis estudadas foram: consumo de ração (g/ave/dia), produtividade (%), peso do ovo (g), massa de ovo (g/ave/dia), conversão por massa (kg/kg) e por dúzia de ovos (kg/dz). Ao final de cada período de 28 dias foi calculado o consumo de ração (g/ave/dia). A produção média de ovos foi obtida através da coleta e anotação diária dos ovos, sempre às 15 horas, e em caso de mortalidade, realizava-se as devidas correções (ovo/ave/dia).

Nos três últimos dias de cada subperíodo todos os ovos foram pesados e a partir do peso médio selecionou-se seis ovos por parcela, sendo três destinados a análise de qualidade dos ovos e três para análise de gravidade específica, além disso, foi realizado também o armazenamento dos ovos para a determinação dos parâmetros de qualidade quanto ao tempo de prateleira, aos 14 e 21 dias de armazenamento, sendo armazenados a temperatura ambiente. As análises dos ovos foram realizadas em placas de vidro com divisórias para cada ovo.

Foram avaliadas as seguintes variáveis para qualidade dos ovos: altura de albúmen e gema, diâmetro maior e menor da gema, índice de gema, Unidade Haugh, cor da gema, peso de gema, porcentagens (%) de gema, albúmen e casca e espessura da casca (qm), e gravidade específica (g/cm³). A Unidade Haugh foi obtida a partir da razão entre o peso do ovo e a altura do albúmen, utilizando-se a fórmula descrita por [Card & Neshein \(1966\)](#) [$UH = 100 * \log(H + 7,57 - 1,57W^{0,37})$], onde UH= unidade Haugh, H = altura do albúmen (mm) e W= peso do ovo (g). A cor da gema foi medida utilizando o equipamento Digital YolkFan™ (Nix Sensor Ltda.), leque digital com 16 cores. E a gravidade específica foi estimada utilizando três ovos de cada unidade experimental, pelo método de flutuação salina, submetidos a doze soluções de cloreto de sódio (NaCl), com densidades variando de 1,0700 a 1,0975 g/cm. E essas concentrações foram constantemente aferidas por meio do uso do densímetro de petróleo.

As 61 semanas de idade, uma ave por unidade experimental foi selecionada para realização da coleta de duodeno, jejuno e íleo. Os segmentos coletados foram acondicionados em um coletor e fixados com formol tamponado a 10% para a histológica. Posteriormente as análises foram realizadas no Laboratório de Histologia Animal, da UFPB de acordo com a rotina histológica para a confecção dos blocos de parafina.

Os blocos foram cortados em micrótomo rotativo do tipo Minolta da LEICA®, ajustado para 5 micrômetros (μm). Logo após, os cortes foram transferidos para lâminas e corados. As colorações foram realizadas pelo método de Hematoxilina-Eosina (HE) para caracterização morfológica, histopatológica e histomorfométrica, seguindo-se o protocolo do laboratório. Para quantificar a largura de vilosidade, profundidade de cripta, altura de vilosidade e relação vilosidade/cripta e as células calciformes de duodeno, jejuno e íleo foi utilizada a coloração de ácido periódico-Schiff (PAS). Para cada animal foram contabilizadas a quantidade de células calciformes em 2000 μm lineares de epitélio intestinal.

As lâminas foram avaliadas e fotomicrografadas em microscópio de luz (Olympus BX53®) acoplado a câmera fotográfica digital (Olympus DP73), com auxílio do software cellSens Dimension®. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o SAS 9.0, utilizando-se os procedimentos para análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Os dados referentes ao desempenho das aves estão apresentados na [tabela 2](#). Não foi observado efeito ($P > 0,05$) para as diferentes fontes de aditivos fitogênicos sobre as variáveis de produção estudadas. Mesmo não havendo efeito, é possível observar que a dieta contendo o produto 1 proporcionou menor consumo de ração, maior produção e melhor conversão por dúzia de ovos em relação ao tratamento sem a adição de aditivos fitogênicos. Estes resultados podem sugerir que as aves, provavelmente, conseguiram aproveitar com maior eficiência os nutrientes das rações e assim tiveram suas necessidades nutricionais diárias atendidas, o que refletiu em menor consumo de ração.

Tabela 2. Efeitos das fontes de aditivos fitogênicos sobre o desempenho de poedeiras semipesadas de 42 a 62 semanas de idade.

Tratamento	Consumo de ração, g/ave/dia	Produção de ovos, %	Massa de ovos, g/ave/dia	Conversão massa de ovos, kg/kg	Conversão dúzia de ovos, kg/dz	Viabilidade, %
Controle	117,85	85,54	52,92	2,25	1,67	100
Bicarbonato de sódio	117,73	84,96	52,49	2,25	1,66	100
Produto 1	117,04	85,73	52,39	2,26	1,65	100
Produto 2	118,17	83,69	51,90	2,28	1,69	100
Produto 3	117,41	84,75	53,26	2,25	1,68	100
Probabilidade	0,84	0,53	0,42	0,93	0,66	1,00
CV %	1,75	3,013	2,78	3,41	3,34	

^{ab}Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Esses resultados podem ser explicados pelo fato de os aditivos fitogênicos estudados terem contribuído, dentro dos desafios nos quais as aves estavam expostas durante o período experimental, com o desenvolvimento de microrganismos benéficos no trato gastrointestinal, resultando em melhoria nas condições envolvidas nos processos de digestão e absorção dos nutrientes. [Mellor \(2000\)](#) afirmou que os possíveis mecanismos de ação dos extratos vegetais no organismo animal podem ser a estimulação da digestão, alterações na microbiota intestinal, aumento da digestibilidade e absorção dos nutrientes, efeito antimicrobiano e imunomodulador. Os resultados da presente pesquisa se assemelharam aos encontrados por [Torki et al. \(2018\)](#), que, ao avaliarem o desempenho de poedeiras Lohmann LSL-Lite (30 semanas de idade) submetidas à suplementação de óleo essencial de alecrim, endro e extrato de chicória não encontraram efeito significativo no desempenho dos animais. [Fascina et al. \(2017\)](#) observaram melhora na conversão alimentar de poedeiras Hisex Brown quando usaram 100 mg/kg da dieta de aditivo fitogênico.

Foi possível verificar efeito ($P < 0,05$) para qualidade dos ovos quando incluídos nas dietas. As diferentes fontes de aditivos fitogênicos foram analisadas sobre o peso do ovo, peso de gema, porcentagem de gema e de casca, cor de gema, altura de gema, porcentagem de albúmen e espessura de casca. Não foram observados efeitos ($P > 0,05$) para o índice de gema, peso de albúmen, altura de albúmen, peso de casca e gravidade específica ([Tabela 3](#)).

O peso do ovo com a suplementação da dieta contendo o produto 3 foi superior ao dos tratamentos com bicarbonato de sódio, produto 1 e produto 2, com média de 62 gramas. O peso de gema dos tratamentos controle e produto 3 foram maiores comparados aos tratamentos produto 1 e 2. A porcentagem de gema foi maior no tratamento controle e bicarbonato de sódio em relação ao tratamento com produto 1. A porcentagem de casca foi maior do tratamento dois foi superior ao tratamento três e quatro. A cor da gema foi mais significativa no tratamento produto 3, com média de 6,67 na escala de cor

segundo o medidor Yolk-Fan, sendo superior ao tratamento com bicarbonato e produto 2. A altura de gema no tratamento com produto 2 foi superior ao tratamento com bicarbonato de sódio. A porcentagem de albúmen foi mais significativa no tratamento produto 1 e produto 2 se apresentando superior ao tratamento controle e bicarbonato de sódio. E a espessura de casca foi maior no tratamento controle e superior ao tratamento produto 2.

Tabela 3. Efeito das diferentes fontes de aditivos fitogênicos sobre a qualidade dos ovos das poedeiras semipesadas de 42 a 62 semanas de idade

Variáveis	Controle	Bicarbonato de sódio	Produto 1	Produto 2	Produto 3	P	CV
Peso do ovo, g	62,210ab	61,561b	61,434b	61,687b	62,611a	0,0035	1,035
Peso de gema, g	16,235a	15,952ab	15,415c	15,751bc	16,244a	<,0001	1,754
Porcentagem de gema, %	25,876a	26,024a	25,131b	25,376ab	25,584ab	0,009	2,007
Cor de gema	6,380bc	6,345c	6,525ab	6,406bc	6,670 ^a	<,0001	1,754
Índice de gema	0,372	0,369	0,374	0,377	0,376	0,068	1,670
Altura de gema, mm	14,987ab	14,817b	14,990ab	15,109a	15,136a	0,014	1,250
Peso de albúmen, g	39,939	39,557	39,972	40,221	40,435	0,078	1,536
Porcentagem de albúmen, %	64,362b	64,245b	65,291a	65,091a	64,791ab	0,001	0,745
Altura de albúmen, mm	8,500	8,404	8,432	8,415	8,422	0,796	1,974
Peso de casca, g	5,992	6,015	5,93	5,95	6,017	0,208	1,491
Porcentagem de casca, %	9,702ab	9,817a	9,614b	9,609b	9,646ab	0,020	1,384
Espessura de casca, mm	0,460a	0,451ab	0,446ab	0,442b	0,450ab	0,021	2,261
Unidade Haugh	93,685	93,559	93,8	93,749	92,678	0,124	1,008
Gravidade específica, g/cm ³	1,090	1,090	1,089	1,090	1,090	0,421	0,145

^{ab}Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância. CV= Coeficiente de variação.

Dentre os carotenoides, a luteína possui 65% de participação na gema do ovo esses. Os carotenoides têm função de pigmentação, podendo ser encontrados facilmente na natureza, em plantas, algas etc. ([Hammershoj et al., 2017](#); [Mesquita et al., 2017](#)). A cor da gema do ovo foi influenciada pelo consumo de zeaxantina, luteína, alfa-caroteno, beta-caroteno e carotenoides. A mudança de pigmentação da gema pode ser atribuída a composição dos milhos utilizados ao longo do período experimental, ingrediente rico nessas substâncias pigmentantes.

Houve um aumento no tamanho da gema, o que reflete em uma melhor qualidade dos ovos, o que contribui para um maior tempo de prateleira, estando correlacionado a uma melhor saúde do animal promovida pelo uso de aditivos fitogênicos. Segundo [Mazzuco \(2008\)](#), os lipídeos representam 60% de constituição da gema, dentre eles triglicerídeos, fosfolipídios e colesterol.

Em um estudo realizado com a suplementação de erva doce, cominho e pimenta vermelha em dietas para poedeiras Lohmann Brown Lite avaliando-se os parâmetros de qualidade dos ovos, foi verificado um aumento da porcentagem de casca bem como para a Unidade Haugh, peso do ovo e também aumento do escore de gema. O impacto positivo da utilização dos aditivos fitogênicos é atribuído aos princípios bioativos, a capsaicina presente na pimenta vermelha é eficiente em aumentar os nutrientes e o metabolismo energético, já o cominho tem princípios ativos (carvacrol, anetol) com propriedades antibacterianas e antioxidantes, e o óleo essencial de erva doce possui efeito antioxidante e antimicrobiano ([Abou-elkhair et al., 2018](#)). Tal estudo se assemelha aos resultados da presente pesquisa em peso do ovo, porcentagem de casca e cor de gema, diferindo apenas para Unidade Haugh que não sofreu influência dos tratamentos neste estudo. [Melo et al. \(2016\)](#) também encontraram melhor porcentagem de casca ao testarem a inclusão de pimenta do reino na dieta para poedeiras, a pimenta tem como princípio ativo a capsaicina, que possui ação antioxidante.

A casca do ovo constitui-se como sua embalagem natural com funções estritamente relevantes a comercialização, valor nutritivo e qualidade do produto, e sua qualidade se relaciona aos índices de quebra que por fim está ligada no impacto econômico que pode causar ([Gherardi & Vieira, 2018](#)). Com isso, cascas resistentes é o que se procura na produção de ovos. Em estudo realizado por [Torki et al. \(2018\)](#), sobre a suplementação de alecrim, endro e extrato de chicória para poedeiras não se encontrou efeito significativo em nenhum tratamento para peso de gema, diferindo deste trabalho que encontrou maior peso de gema ao suplementar com aditivos fitogênicos.

Não houve efeito significativo para índice de gema, peso de albúmen, altura de albúmen, peso de casca, unidade Haugh, e gravidade específica ($P > 0,05$) com a suplementação de aditivos fitogênicos. [Torki et al. \(2018\)](#), sobre a suplementação de alecrim, endro e extrato de chicória para poedeiras também

não encontraram efeito significativo sobre a gravidade específica dos ovos e o peso do albúmen. Para índice de gema. [Batista et al. \(2017\)](#) encontraram efeito para esta variável ao suplementar poedeiras com óleo de alecrim na dieta, contraditório ao presente estudo.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) dos tratamentos na qualidade dos ovos armazenados por 14 dias, para peso de ovo, peso de gema, peso de albúmen, altura de albúmen, peso de casca, porcentagem de casca e Unidade Haugh ([Tabela 4](#)). O peso do ovo armazenado há 14 dias foi maior no tratamento que recebeu o produto três comparado ao tratamento dois com adição de bicarbonato de sódio. Assim como o peso de gema com média de 17,58 g sendo superior ao tratamento controle, bicarbonato de sódio e produto 1. O peso do albúmen foi maior para o tratamento controle em relação ao tratamento com bicarbonato de sódio. E a altura do albúmen foi maior no tratamento bicarbonato de sódio e superior ao tratamento produto 1 e produto 3. O peso de casca foi maior no tratamento controle, com média de 6,64 g comparado ao tratamento produto 2, a porcentagem de casca foi maior no tratamento bicarbonato de sódio, dieta ajustada para o verão em relação ao tratamento produto 1, produto 2 e produto 3. E a UH foi maior no tratamento bicarbonato de sódio sendo superior ao tratamento produto 1, produto 2 e produto 3.

Tabela 4. Qualidade de ovos de poedeiras Hy-line Brown alimentadas com dietas suplementadas com fitogênicos, armazenados por 14 dias.

Variáveis	Controle	Bicarbonato de sódio	Produto 1	Produto 2	Produto 3	P	CV
Peso do ovo, g	59,784ab	59,083b	59,946ab	60,009ab	60,683a	0,0006	2,621
Peso de gema, g	16,675b	16,627b	16,813b	17,042ab	17,586a	0,0001	5,324
Porcentagem de gema, %	27,532	27,776	27,737	27,868	28,411	0,180	5,888
Cor de gema	6,579	6,595	6,502	6,471	6,207	0,115	11,520
Índice de gema	0,265	0,263	0,258	0,260	0,262	0,724	7,794
Altura de gema, mm	11,340	11,440	11,134	11,402	11,430	0,313	6,376
Peso de albúmen, g	38,026a	36,361b	37,311ab	36,947ab	37,400ab	0,001	4,817
Porcentagem de albúmen, %	62,684	61,827	62,472	61,570	62,447	0,123	3,572
Altura de albúmen, mm	5,654ab	5,729a	5,205bc	5,433abc	5,127c	0,0004	13,513
Peso de casca, g	6,064a	6,000ab	5,954ab	5,867b	5,992ab	0,014	4,285
Porcentagem de casca, %	10,114ab	10,265a	9,910bc	9,866bc	9,773c	0,0001	4,675
Espessura de casca, mm	0,460	0,460	0,458	0,461	0,465	0,777	5,275
Unidade Haugh	76,436ab	78,111a	74,008bc	73,095c	72,382c	0,0001	6,548
Gravidade específica, g/cm ³	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	0,114	0,017

^{ab}Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey a 5%. CV= Coeficiente de variação.

A Unidade Haugh (UH) de acordo com [USDA \(2000\)](#), é um parâmetro que avalia a qualidade dos ovos, assim ovos acima de 72 UH são ovos excelentes, de tal modo os ovos armazenados durante 14 dias se encaixam nesse padrão. Existem alguns fatores que contribuem para a redução da qualidade dos ovos, como por exemplo, a idade das aves, temperatura, tempo de armazenamento entre outros fatores, logo medidas como UH, e a gravidade específica são analisadas para determinar essa qualidade. Quando estes fatores não favorecem, podem ocorrer perdas significativas. Portanto, recomenda-se que sejam armazenados sob refrigeração para preservar a qualidade interna do ovo, uma vez que as perdas iniciam logo após a postura ([Gherardi & Vieira, 2018](#); [Oliveira et al., 2020](#); [Pires et al., 2015](#)).

Ao observar os ovos armazenados em temperatura ambiente por 14 e 21 dias, é possível dizer que as reduções ocorreram principalmente no albúmen e na gema, mas que, ao se comparar com o ovo do dia a redução foi sutil, esses resultados podem ser atribuídos à suplementação com os aditivos fitogênicos que proporcionaram melhores resultados, ou seja, conseguiram manter melhor a qualidade dos ovos internamente, e que, o peso do ovo reduziu em consequência da diminuição dos compostos internos, albúmen e gema.

[Batista et al. \(2017\)](#), ao avaliarem a qualidade dos ovos de poedeiras alimentadas com óleo de alecrim para ovos armazenados por 15 e 30 dias, observaram uma redução do peso dos ovos ($P < 0,01$) com o aumento do tempo de armazenamento, e que de acordo com é afetado pela perda de água do albúmen durante o armazenamento dos ovos ([Freitas et al., 2011](#); [Lana et al., 2017](#); [Oliveira et al., 2020](#)).

Os aditivos fitogênicos ocasionaram uma melhora dos constituintes internos dos ovos, gema e albúmen, presumindo-se que houve uma maior interação e quantidade de nutrientes disponíveis para a formação dos mesmos, sendo proteínas para o albúmen e lipídeos para a gema, esses aditivos possibilitam que aconteça uma maior digestibilidade e absorção dos nutrientes, por melhorar a qualidade do trato gastrointestinal, diminuindo a colonização de bactérias patogênicas.

Em relação a qualidade dos ovos armazenados por 21 dias, houve efeito dos tratamentos ($P < 0,05$) para peso de ovos, peso de gema, índice de gema, altura de gema, peso de albúmen e peso de casca (Tabela 5). O peso do ovo foi maior no tratamento produto 3 com média de 60,09 g comparado ao tratamento bicarbonato de sódio, assim como também o peso de gema com média de 16,85 g foi superior ao tratamento controle. O peso de casca do tratamento produto 3, com média de 6,19 g, foi superior aos tratamentos bicarbonato e produto 1. Também houve efeito para peso de albúmen, sendo maior no tratamento controle, com média de 39,60 g, sendo superior ao tratamento bicarbonato de sódio.

A altura de gema foi maior no tratamento produto 2 com média de 11,60 mm em relação ao tratamento produto 1. O índice de gema foi no tratamento controle em relação ao tratamento produto 3. Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para porcentagem de gema, cor de gema, porcentagem de albúmen, altura de albúmen, porcentagem de casca, espessura de casca, Unidade Haugh e gravidade específica.

Tabela 5. Qualidade de ovos de poedeiras Hy-line Brown alimentadas com dietas suplementadas com fitogênicos de armazenados por 21 dias.

Variáveis	Controle	Bicarbonato de sódio	Produto 1	Produto 2	Produto 3	P	CV
Peso do ovo, g	59,571ab	59,105b	59,448ab	59,500ab	60,095a	0,015	2,125
Peso de gema, g	16,237b	16,544ab	16,364ab	16,528ab	16,851a	0,018	4,972
Porcentagem de gema, %	27,002	28,127	27,473	27,207	27,795	0,338	9,235
Cor de gema	6,401	6,394	6,459	6,315	6,276	0,380	7,070
Índice de gema	0,272a	0,257ab	0,256ab	0,265ab	0,251b	0,040	12,590
Altura de gema, mm	11,443ab	11,137ab	11,129b	11,604a	11,254ab	0,021	6,751
Peso de albúmen, g	39,608a	37,699b	38,319ab	38,674ab	38,674ab	0,035	6,561
Porcentagem de albúmen, %	65,189	63,437	64,173	64,301	64,301	0,190	4,521
Altura de albúmen, mm	5,605	5,526	5,538	5,364	5,364	0,091	9,258
Peso de casca, g	6,068ab	6,018b	6,012b	6,191ab	6,191a	0,0007	3,366
Porcentagem de casca, %	10,162	10,249	10,090	10,302	10,302	0,266	4,577
Espessura de casca, mm	0,458	0,454	0,444	0,446	0,446	0,282	6,725
Unidade Haugh	77,006	77,312	76,472	76,426	76,426	0,301	9,360
Gravidade específica, g/cm ³	1,070	1,070	1,070	1,070	1,070	1,00	-

^{ab}Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey a 5%. CV= Coeficiente de variação.

Em estudos com o uso de óleo de copaíba e súpura, sobre a qualidade dos ovos armazenados sob refrigeração por até 30 dias, não foi possível observar efeito significativo para Unidade Haugh, porcentagem de casca, gema e albúmen, e cor de gema, somente para índice de gema. Enquanto que no armazenamento de 21 dias em temperatura ambiente houve uma piora dos valores de Unidade Haugh. Os óleos foram suficientes para manter a qualidade interna dos ovos (Oliveira et al., 2018).

A Unidade Haugh é uma importante medida da qualidade interna dos ovos. Segundo USDA (2000), ovos acima de 72 UH possuem qualidade excelente e no presente trabalho todos os ovos mantiveram-se acima dessa faixa em todos os tempos de armazenamento avaliados. Abou-elkhair et al. (2018), também encontram maior UH ao suplementar um aditivo fitogênico, no caso a semente de erva-doce, que possui o anetol como princípio ativo, com propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes.

Os aditivos fitogênicos proporcionaram que houvesse uma melhora dos constituintes internos dos ovos armazenados por 14 e 21 dias, observou-se que a qualidade dos ovos não foi perdida durante o armazenamento.

Para a morfologia da porção intestinal do jejuno houve efeito significativo com aumento no número de células caliciformes nos tratamentos produto 2 e 3 ao comparar com o tratamento controle. Para altura de vilosidade, o produto 3 apresentou valor superior ao produto 2. O tratamento produto 3 ($P \leq 0,001$) apresentou uma maior profundidade de cripta em relação aos demais. Quanto a relação vilosidade:cripta os tratamentos produto 2 e 3 apresentaram valores inferiores ao tratamento controle (Tabela 6).

Tabela 6. Efeito das dietas sob a morfologia intestinal (jejuno) de poedeiras semipesadas alimentadas com fitogênicos.

Morfologia no jejuno	Controle	Bicarbonato de sódio	Produto 1	Produto 2	Produto 3	P	CV
Células caliciformes, n	98,875b	113,375ab	115,375ab	135,375a	129,000a	0,001	14,432
Altura de vilosidade, μm	813,040ab	797,890ab	809,710ab	668,780b	901,500a	0,029	16,914
Largura de vilosidade, μm	153,360	127,240	153,670	140,310	159,500	0,097	17,148
Profundidade de cripta, μm	75,734b	84,472b	81,060b	71,392b	108,272a	<,001	12,712
Relação vilosidade/cripta	11,444a	10,078ab	10,248ab	9,635b	9,081b	0,001	9,746

^{ab}Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey a 5%. CV= Coeficiente de variação.

As células caliciformes, são células presentes nas vilosidades intestinais responsáveis pela produção de mucina, produtora de muco, importante para a proteção contra patógenos, assim, o TGI tornou-se mais saudável com a suplementação de aditivos fitogênicos, mais eficiente em absorção de nutrientes e imunologicamente mais ativo.

Para a histologia do íleo houve aumento significativo no número de células no tratamento produto 2 em relação ao tratamento com bicarbonato. Para largura de vilosidade os tratamentos produto 1 e 2 apresentaram valores superiores ao tratamento com bicarbonato. Quanto a razão vilosidade/cripta o tratamento com bicarbonato apresentou melhor relação que no tratamento controle ([Tabela 7](#)). Em trabalho semelhante realizado com frangos de cortes os aditivos fitogênicos promoveram menor profundidade de cripta no jejuno ([Mounia et al., 2018](#)).

Tabela 7. Efeito das dietas sob a morfologia intestinal (íleo) de poedeiras semipesadas alimentadas com fitogênicos.

Morfologia no íleo	Controle	Bicarbonato de sódio	Produto 1	Produto 2	Produto 3	P	CV
Células caliciformes, n	140,625ab	115,406b	142,141ab	144,234a	139,500ab	0,033	14,308
Altura de vilosidade, μm	640,900	712,900	821,400	755,100	774,200	0,503	28,227
Largura de vilosidade, μm	151,580ab	113,900b	161,990a	176,330a	152,050ab	0,002	19,401
Profundidade de cripta, μm	75,130	63,516	79,925	75,010	73,978	0,387	22,519
Relação vilosidade/cripta	9,293b	12,605a	11,210ab	10,309ab	11,273ab	0,004	14,994

^{ab}Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey a 5%. CV= Coeficiente de variação.

Os aditivos fitogênicos (extratos vegetais e óleo essencial) possuem atividade antimicrobiana, com capacidade de desestruturar a membrana celular e levar ao seu rompimento exercendo o mesmo efeito nas estruturas internas, capaz de levar ao extravasamento de material intracelular e adentrar o interior do microrganismo ([Zhai et al., 2018](#)). Bactérias patogênicas são capazes de danificar as células dos enterócitos, o que reduz sua absorção, e tornam as criptas profundas, e os aditivos fitogênicos reduzem essas bactérias no TGI ([Parsaie et al., 2007](#)).

As estruturas microscópicas do trato gastrointestinal intestinal das aves são bons indicadores do estado em que o animal responde a dieta, os resultados morfológicos apontam estruturas saudáveis com o consumo de algumas dietas, assim, faz-se importante a adição de aditivos fitogênicos por estimularem o aumento da altura das vilosidades, a profundidade da cripta e o número de células caliciformes ([Reisinger et al., 2011](#)), como também da produção de muco intestinal ([Jamroz et al., 2006](#)). Uma cripta mais profunda indica uma rápida troca de células epiteliais e a demanda por fontes de energia e proteínas para novos tecidos ([Rodsatian et al., 2023](#)). Portanto, a renovação celular adicional aumenta os nutrientes necessários para a manutenção, o que, por outro lado, pode estar associado à redução da eficiência animal ([Xu et al., 2003](#)).

Fisiologicamente, vilosidades curtas e criptas profundas podem levar à má absorção de nutrientes, aumento da secreção de toxinas no trato gastrointestinal e piora desempenho dos animais ([Xu et al., 2003](#); [Yaqoob et al., 2021](#)). Quando a mucosa intestinal sofre processo de agressão, a reposição celular se faz às custas de consumo de nutrientes. Dessa forma, as reservas energéticas provenientes do organismo animal e da ração ingerida são utilizadas ([Costa et al., 2007](#); [Fernandes et al., 2017](#)). Assim sendo, a maior altura de vilosidade e maior profundidade de cripta no tratamento com adição de fitogênico pode ser um bom indicador microscópico de que ali estava surgindo novas células resultando no desenvolvimento e maior altura da vilosidade.

A suplementação de um composto de aditivos fitogênicos em pó (erva-mate, chá verde, hibisco e estêvia) para frangos de corte na fase de crescimento (1-21 dia) promoveu aumento da relação vilosidade/cripta no jejuno. O aumento na relação altura das vilosidades: profundidade das criptas está relacionado com o aumento das células epiteliais no organismo dos animais ([Fan et al., 1997](#); [Yaqoob et al., 2021](#)).

Conclusão

Aditivos fitogênicos podem ser utilizados na dieta de poedeiras sem alterar ou comprometer o desempenho produtivo das aves. Aditivos fitogênicos proporcionam uma melhor qualidade de ovos do dia e de tempo de armazenamento dos ovos.

O uso de aditivos fitogênicos na dieta de poedeiras em fase de produção contribui para uma melhor morfologia intestinal e consequentemente melhor absorção dos nutrientes.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Cargil pelo apoio financeiro para a realização deste trabalho e a coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior pela concessão de bolsa de estudos.

Referências bibliográficas

- Abou-elkhair, E., Selim, S., & Hussein, E. (2018). Effect of supplementing layer hen diet with phytogetic feed additives on laying performance, egg quality, egg lipid peroxidation and blood biochemical constituents. *Animal Nutrition*, 4(4). <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.05.009>.
- Akrout, A., Gonzalez, L. A., El Jani, H., & Madrid, P. C. (2011). Antioxidant and antitumor activities of *Artemisia campestris* and *Thymelaea hirsuta* from southern Tunisia. *Food and Chemical Toxicology*, 49(2), 342–347. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2010.11.003>
- Alagawany, M., Farag, M. R., Abdelnour, S. A., & Elnesr, S. S. (2021). A review on the beneficial effect of thymol on health and production of fish. *Reviews in Aquaculture*, 13(1), 632–641. <https://doi.org/10.1111/raq.12490>.
- Al-Kassie, G. A. M. (2009). Influence of two plant extracts derived from thyme and cinnamon on broiler performance. *Pakistan Veterinary Journal*, 29(4), 169–173.
- Alves, J. B., Valdiviezo, M. J., Silva, C. A., & Bracarense, A. P. F. R. L. (2021). O outro lado dos ácidos orgânicos e fitogênicos. *PUBVET*, 15(6), 1–8. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n06a837.1-8>.
- Batista, N., Garcia, E., Oliveira, C., Arguelo, N., & Souza, K. (2017). Trace mineral sources and rosemary oil in the diet of Brown Laying Hens: Egg quality and lipid stability. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 19(4), 663–672. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2016-0369>.
- Bostami, A. B. M. R., Sarker, M. S. K., & Yang, C.-J. (2017). Performance and meat fatty acid profile in mixed sex broilers fed diet supplemented with fermented medicinal plant combinations. *Journal of Anial Plant Science*, 27(2), 360–372.
- Brenes, A., & Roura, E. (2010). Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology*, 158(1), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.03.007>.
- Card, L. E., & Neshein, M. C. (1966). *Poultry production*. Elsevier Saunders. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.57449>.
- Carrasco, J. M. D., Casanova, N. A., & Miyakawa, M. E. F. (2019). Microbiota, gut health and chicken productivity: what is the connection? *Microorganisms*, 7(10), 374. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7100374>.
- Costa, L. B., Tse, M. L. P., & Miyada, V. S. (2007). Extratos vegetais como alternativas aos antimicrobianos promotores de crescimento para leitões recém-desmamados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 589–595. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000300011>.
- Darmawan, A., Hermana, W., Suci, D. M., Mutia, R., Jayanegara, A., & Ozturk, E. (2022). Dietary phytogetic extracts favorably influence productivity, egg quality, blood constituents, antioxidant and immunological parameters of laying hens: a meta-analysis. *Animals*, 12(17), 2278. <https://doi.org/10.3390/ani12172278>.
- Fan, Y. K., Croom, J., Christensen, V. L., Black, B. L., Bird, A. R., Daniel, L. R., & Eisen, E. J. (1997). Jejunal glucose uptake and oxygen consumption in turkey poult selected for rapid growth. *Poultry Science*, 76(12), 1738–1745. <https://doi.org/10.1093/ps/76.12.1738>.
- Fascina, V. B., Pasquali, G. A. M., Berto, D. A., Silva, A. D. L., Garcia, E. A., Pezzato, A. C., & Sartori, J. R. (2017). Effects of arginine and phytogetic additive supplementation on performance and health of brown-egg layers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46, 502–514. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902017000600005>.
- Fernandes, J. I. M., Kosmann, R. C., Viott, A. D. M., Simões, R. S., Ribeiro, M. V., & Rorig, A. (2017). Avaliação de extratos de plantas sobre a resposta imune, o desempenho produtivo e a morfometria intestinal de frangos de corte desafiados com *Eimeria* sp. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 18, 127–139. <https://doi.org/10.1590/S1519-99402017000100012>.
- Fernandes, R., Arruda, A., Oliveira, V., Queiroz, J., Melo, A., Dias, F., Marinho, J., Souza, R., Souza, A., & Santos Filho, C. (2015). Aditivos fitogênicos na alimentação de frangos de corte: óleos essenciais e especiarias. *PUBVET*, 9(12), 526–535. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v9n12.526-535>

- Freitas, L. W., Paz, I. C. L. A., Garcia, R. G., Caldara, F. R., Seno, L. O., Felix, G. A., Lima, N. D. S., Ferreira, V. M. O. S., & Cavichiolo, F. (2011). Aspectos qualitativos de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. *Revista Agrarian*, 4(11), 66–72. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000300024>.
- Garcia, D. A., & Gomes, D. E. (2019). A avicultura brasileira e os avanços nutricionais. *Revista Científica*, 1(1). <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2475>.
- Gherardi, S. R. M., & Vieira, R. P. (2018). Fatores que afetam a qualidade da casca do ovo: Revisão de literatura. *Revista Eletrônica Nutritime*, 15(3), 8172–8181.
- Hammershøj, M., Kidmose, U., & Steinfeldt, S. (2017). Effects of arginine and phytogetic additive supplementation on performance and health of brown-egg layers. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46, 502–514. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902017000600005>.
- Jamroz, D., Wertelecki, T., Houszka, M., & Kamel, C. (2006). Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and jejunum walls in chicken. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 90(5–6), 255–268. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2005.00603.x>.
- Koiyama, N. T. G. (2012). Aditivos fitogênicos na produção de frangos de corte. In *Animal Science: Vol. Master of*.
- Lana, S. R. V., Lana, G. R. Q., Salvador, E. L., Lana, Â. M. Q., Cunha, F. S. A., & Marinho, A. L. (2017). Qualidade de ovos de poedeiras comerciais armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. *Revista Brasileira de Saúde de Produção Animal*, 18(1), 140–151. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402017000100013>.
- Leite, P., Mendes, F. R., Pereira, M. L. R., Lima, H. J. A., & Lacerda, M. J. R. (2012). Aditivos fitogênicos em rações de frangos. *Enciclopédia Biosfera*, 8(15), 9–26.
- Lillehoj, H. S., Kim, D. K., Bravo, D. M., & Lee, S. H. (2011). Effects of dietary plant-derived phytonutrients on the genome-wide profiles and coccidiosis resistance in the broiler chickens. *BMC Proceedings*, 5 Suppl 4(Suppl 4), S34. <https://doi.org/10.1186/1753-6561-5-S4-S34>
- Mazzuco, H. (2008). Ovo: alimento funcional, perfeito à saúde. *Revista Avicultura Industrial*, 2, 12–16.
- Mellor, S. (2000). Herbs and spices promote health and growth. *Pig Progress*, 16(4), 18–21.
- Melo, R. D., Cruz, F. G. G., Feijó, J. D. C., Rufino, J. P. F., Melo, L. D., & Damasceno, J. L. (2016). Black pepper (*Piper nigrum*) in diets for laying hens on performance, egg quality and blood biochemical parameters. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 38(405–410). <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v38i4.31498>.
- Mendel, M., Chłopecka, M., Dziekan, N., & Karlik, W. (2017). Phytogetic feed additives as potential gut contractility modifiers—A review. *Animal Feed Science and Technology*, 230, 30–46.
- Mesquita, S. D. S., Teixeira, C. M. L. L., & Servulo, E. F. C. (2017). Carotenoides: propriedades, aplicações e mercado. *Revista Virtual de Química*, 9(2), 672–688.
- Mounia, M., Nadir, A., & Omar, B. (2018). Effects of phytogetic products on gut morpho-histology of broiler chickens. *International Journal of Veterinary Science and Research*, 4(1), 9–11. <https://doi.org/10.17352/ijvsr.000028>.
- Oliveira, G. R. D., Lima, C. B. D., Ribeiro, L. M. C. S., Café, M. B., Moreira, J. D. S., Oliveira, E. M. D., & Racanicci, A. M. C. (2018). Dietary supplementation with plant oils from copaíba (*Copaifera langsdorffii*) and sucupira (*Pterodon emarginatus*): Quality of physical aspects of eggs stored under different temperatures. *Ciência Animal Brasileira*, 19. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v19e-41508>.
- Oliveira, H. F., Carvalho, D. P., Ismar, M. G., Rezende, P. M., Camargo, S. M. P., Souto, C. N., & Oliveira, S. B. (2020). Fatores intrínsecos a poedeiras comerciais que afetam a qualidade físico-química dos ovos. *PUBVET*, 14(3), 1–11. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n3a529.1-11>.
- Parsaie, S., Shariatmadari, F., Zamiri, M. J., & Khajeh, K. (2007). Influence of wheat-based diets supplemented with xylanase, bile acid and antibiotics on performance, digestive tract measurements and gut morphology of broilers compared with a maize-based diet. *British Poultry Science*, 48(5), 594–600. <https://doi.org/10.1080/00071660701615788>.
- Pearce, M., & Jin, G. L. Z. (2010). Aditivos Fitogênicos. *Porkworld*, 58, 128–136.
- Pires, M. F., Pires, S. F., Andrade, C. L., Carvalho, D. P., Barbosa, A. F. C., & Marques, M. R. (2015). Fatores que afetam a qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. *Revista Eletrônica Nutritime*, 12(6), 4379–4395.

- Raza, Q. S., Saleemi, M. K., Gul, S., Irshad, H., Fayyaz, A., Zaheer, I., Tahir, M. W., Fatima, Z., Chohan, T. Z., & Imran, M. (2022). Role of essential oils/volatile oils in poultry production—A review on present, past and future contemplations. *Agrobiological Records*, 7, 40–56. <https://doi.org/10.4728/journals.abr/2021.013>.
- Reisinger, N., Steiner, T., Nitsch, S., Schatzmayr, G., & Applegate, T. J. (2011). Effects of a blend of essential oils on broiler performance and intestinal morphology during coccidial vaccine exposure. *Journal of Applied Poultry Research*, 20(3), 272–283. <https://doi.org/10.3382/japr.2010-00226>.
- Rodsatian, N., Songserm, O., Peñarrubia, I., Serra, M., Crespo, J., Blanch, A., & Ruangpanit, Y. (2023). Effect of dietary supplementation of citrus flavonoids on performance, intestinal epithelium morphology, microbiota in excreta and oxidative stress of broiler chickens subjected to heat stress. *European Poultry Science*, 87, 1–13. <https://doi.org/10.1399/eps.2023.372>.
- Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Oliveira, R. F., Lopes, D. C., Ferreira, A. S., Barreto, S. L. T., & Euclides, R. F. (2017). Composição de alimentos e exigências nutricionais. In *Tabelas brasileiras para aves e suínos* (3rd ed., Vol. 1, Issue 1). Universidade Federal de Viçosa.
- Rúa, J., Del Valle, P., de Arriaga, D., Fernández-Álvarez, L., & García-Armesto, M. R. (2019). Combination of carvacrol and thymol: Antimicrobial activity against *Staphylococcus aureus* and antioxidant activity. *Foodborne Pathogens and Disease*, 16(9), 622–629. <https://doi.org/10.1089/fpd.2018.2594>.
- Souza, C. S., Vieites, F. M., Justino, L. R., Lima, M. F., Chaves, A. S., Cardoso, V. S., & Lima, C. A. R. (2020). Importância da saúde intestinal em frangos de corte. *Research, Society and Development*, 9(3), e86932475. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2475>.
- Torki, M., Sedgh-Gooya, S., & Mohammadi, H. (2018). Effects of adding essential oils of rosemary, dill and chicory extract to diets on performance, egg quality and some blood parameters of laying hens subjected to heat stress. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 1118–1126. <https://doi.org/10.1080/09712119.2018.1473254>.
- USDA. (2000). *United States Department of Agriculture - USDA. Egg-grading manual*.
- Valentim, J. K., Rodrigues, R. F. M., Bittencourt, T. M., Lima, H. J. D., & Resende, G. A. (2019). Implicações sobre o uso de promotores de crescimento na dieta de frangos de corte. *Revista Eletrônica NutriTime*, 15(4), 1–9.
- Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., & Kroismayr, A. (2008). Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*, 86(14 Supp), E140–E148. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0459>.
- Xu, Z. R., Hu, C. H., Xia, M. S., Zhan, X. A., & Wang, M. Q. (2003). Effects of dietary fructooligosaccharide on digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers. *Poultry Science*, 82(6), 1030–1036. <https://doi.org/10.1093/ps/82.6.1030>.
- Yaqoob, M. U., Abd El-Hack, M. E., Hassan, F., El-Saadony, M. T., Khafaga, A. F., Batiha, G. E., & Wang, M. (2021). The potential mechanistic insights and future implications for the effect of prebiotics on poultry performance, gut microbiome, and intestinal morphology. *Poultry Science*, 100(7), 101–143. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101143>.
- Yildiz, S., Turan, S., Kiralan, M., & Ramadan, M. F. (2021). Antioxidant properties of thymol, carvacrol, and thymoquinone and its efficiencies on the stabilization of refined and stripped corn oils. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(1), 621–632. <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00665-0>.
- Zhai, H., Liu, H., Wang, S., Wu, J., & Kluentner, A. M. (2018). Potential of essential oils for poultry and pigs. *Animal Nutrition*, 4(2), 179–186. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.01.005>.

Histórico do artigo:**Recebido:** 23 de fevereiro de 2024**Aprovado:** 12 de março 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.