

Aplicação de erva-cidreira (*Lippia alba*) como aditivo fitogênico na alimentação de codornas japonesas: efeitos produtivos e implicações para o bem-estar animal**Application of lemon balm (*Lippia alba*) as a phytogenic feed additive in Japanese quail nutrition: productive effects and implications for animal welfare**

Ariádne de Barros Carvalho¹; Bonifácio Benicio de Souza²; Marcelo Helder Medeiros Santana³; Matheus Ramalho de Lima⁴; Tatiana Gouveia Pinto Costa³; Jaime Miguel de Araújo Filho⁵; Davi Nogueira Maciel Alves³; Amélia Lizziane Leite Duarte³; Talícia Maria Alves Benício⁶; Fabíola Franklin de Medeiros^{7*}

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal, UFCG, Patos-PB, Brasil.

² Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos-PB, Brasil.

³ Instituto Federal da Paraíba (IFPB), Sousa-PB, Brasil.

⁴ Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, Brasil.

⁵ Pós-Doutorado em Zootecnia, UFCG, Patos-PB, Brasil.

⁶ Centro Universitário de Patos (UNIFIP), Patos-PB, Brasil.

⁷ Doutora em Ciência e Saúde Animal, UFCG, Patos-PB, Brasil.

* Autor correspondente: Ariádne de Barros Carvalho. E-mail: carvalhoariadne@hotmail.com

DOI: <https://doi.org/10.65338/rcaa.v1.2025.a08>

RESUMO

A codorna japonesa é uma ave de pequeno porte e com curto período de produção. Contudo, o uso de antibióticos melhoradores de desempenho pode deixar resíduos na carne e nos ovos. Como alternativa, aditivos fitogênicos podem ser utilizados para estimular o desenvolvimento de bactérias benéficas no trato gastrointestinal, favorecendo a digestão e a absorção dos nutrientes ingeridos. Objetivou-se avaliar o efeito da adição de diferentes concentrações de erva-cidreira, como aditivo fitogênico, sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a contagem diferencial de leucócitos de codornas japonesas criadas no semiárido. O experimento foi realizado no setor avícola do Instituto de Ciência e Tecnologia da Paraíba – campus Sousa-PB, no período de junho a setembro de 2022. Foram utilizadas 80 codornas japonesas com 80 dias de idade, padronizadas por produção e peso corporal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições, contendo cinco aves por parcela. O período experimental foi de 88 dias, distribuídos em quatro ciclos de 22 dias. A erva-cidreira desidratada foi utilizada como aditivo fitogênico em quatro níveis na alimentação das aves (0; 0,3; 0,6 e 0,9%). Foram avaliadas variáveis de desempenho e qualidade dos ovos. A análise de regressão foi utilizada para a análise estatística dessas variáveis, com auxílio do programa SAS. Para a determinação da contagem diferencial leucocitária, foram realizadas duas coletas de sangue, com confecção de esfregaços sanguíneos. As contagens diferenciais de leucócitos foram submetidas à análise de variância e ao teste de Tukey, ao nível de significância de 5%, utilizando-se o programa estatístico R. Observou-se efeito linear

decrescente significativo para a conversão alimentar por dúzia de ovos, bem como efeito quadrático para a conversão por massa de ovos. Houve efeito quadrático significativo para a altura do albúmen e efeito linear decrescente para a porcentagem de albúmen. Também foi observado efeito quadrático para a Unidade Haugh. Verificou-se efeito positivo da inclusão da erva-cidreira sobre a conversão alimentar por dúzia de ovos e efeito benéfico sobre a altura do albúmen, sendo possível estimar a exigência em 0,501%, bem como sobre a coloração da gema, com maior tonalidade associada ao aumento da inclusão da erva. Houve efeito significativo para a Unidade Haugh, sendo possível estimar a exigência em 0,495%. Recomenda-se a utilização de 0,5% de erva-cidreira (*Lippia alba*) desidratada como aditivo fitogênico para codornas japonesas na fase de postura. A adição de diferentes concentrações de erva-cidreira desidratada não influenciou a contagem diferencial leucocitária nem a relação heterófilos:linfócitos de codornas japonesas criadas no semiárido.

Palavras-chave: Coturnicultura. Extrato herbal. Hematologia. Índice de gema. Produção de ovos.

ABSTRACT

Japanese quail is a small-sized bird with a short production cycle. However, the use of antibiotic growth promoters may leave residues in meat and eggs. As an alternative, phytogenic additives can be used to stimulate the development of beneficial bacteria in the gastrointestinal tract, improving digestion and nutrient absorption. This study aimed to evaluate the effect of adding different concentrations of lemon balm as a phytogenic additive on performance, egg quality, and differential leukocyte count of Japanese quails reared in the semi-arid region. The experiment was conducted in the poultry sector of the Institute of Science and Technology of Paraíba – Sousa campus, from June to September 2022. A total of 80 Japanese quails, 80 days old, standardized by production and body weight, were used. The experimental design was completely randomized, with four treatments and four replications, containing five birds per experimental unit. The experimental period lasted 88 days, divided into four cycles of 22 days. Dehydrated lemon balm was used as a phytogenic additive in four dietary levels (0, 0.3, 0.6, and 0.9%). Performance and egg quality variables were evaluated. Regression analysis was applied to these variables using the SAS software. For the determination of differential leukocyte count, two blood collections were performed, followed by blood smear preparation. Differential leukocyte counts were subjected to analysis of variance and Tukey's test at a 5% significance level, using the R statistical software. A significant decreasing linear effect was observed for feed conversion per dozen eggs, as well as a quadratic effect for feed conversion per egg mass. A significant quadratic effect was observed for albumen height and a decreasing linear effect for albumen percentage. A quadratic effect was also observed for the Haugh unit. A positive effect of lemon balm inclusion was observed on feed conversion per dozen eggs and a beneficial effect on albumen height, allowing the requirement to be estimated at 0.501%, as well as on yolk color, with greater pigmentation associated with higher levels of herb inclusion. A significant effect was observed for the Haugh unit, allowing the requirement to be estimated at 0.495%. The use of 0.5% dehydrated lemon balm (*Lippia alba*) as a phytogenic additive is recommended for

Japanese quails during the laying phase. The inclusion of different concentrations of dehydrated lemon balm did not influence the differential leukocyte count or the heterophil-to-lymphocyte ratio of Japanese quails reared in the semi-arid region.

Keywords: Quail production. Herbal extract. Hematology. Yolk index. Egg production.

INTRODUÇÃO

A codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) é uma ave de pequeno porte e com curto período de produção, sendo considerada uma alternativa atrativa para atender à crescente demanda por proteína animal (Cullere et al., 2018). Dentre as características que tornam a atividade atrativa destacam-se o pequeno porte das aves, a boa adaptabilidade, a possibilidade de criação em pequenas áreas e o custo relativamente baixo para implantação. Os hábitos e o manejo das codornas são semelhantes aos das galinhas; entretanto, não necessitam de grandes espaços para reprodução e postura, apresentam menor consumo alimentar em relação às galinhas e podem ser criadas em pequenos viveiros, em grupos. Na indústria avícola, o uso de antibióticos melhoradores de desempenho incluídos nas dietas em doses subterapêuticas é uma prática antiga, que remonta à década de 1940 (Gadde et al., 2018). No entanto, a tendência mundial tem sido a retirada desses produtos da alimentação animal, uma vez que podem deixar resíduos na carne e nos ovos, além de contribuir para o desenvolvimento de resistência bacteriana.

Nesse contexto, aditivos de origem vegetal, também conhecidos como aditivos fitogênicos, têm sido amplamente estudados. Esses aditivos apresentam função semelhante à dos antibióticos e são utilizados para estimular o desenvolvimento de bactérias benéficas no trato gastrointestinal, favorecendo a digestão e a absorção dos nutrientes ingeridos e, consequentemente, melhorando o desempenho produtivo e a saúde das aves (Fernandes et al., 2015).

Os aditivos derivados de plantas tornaram-se objeto de atenção em diversos estudos na nutrição animal, por serem caracterizados por substâncias de baixa toxicidade e por não deixarem resíduos nos produtos de origem animal, o que os torna alternativas promissoras em substituição aos antibióticos sintéticos (Madhupriya et al., 2018). Dentre essas plantas, a erva-cidreira, amplamente utilizada como fitoterápico, apresenta características

potenciais para o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao seu uso como aditivo fitogênico.

A *Lippia alba*, popularmente conhecida como erva-cidreira, pertence à família Verbenaceae e encontra-se amplamente distribuída na América do Sul, América Central e África. Trata-se de uma planta caracterizada por grande diversidade fitoquímica, especialmente compostos do grupo dos terpenos, sendo amplamente utilizada na medicina popular para o tratamento de distúrbios gastrointestinais e respiratórios. Além disso, apresenta propriedades antiespasmódicas, antipiréticas, anti-inflamatórias, antidiarreicas, analgésicas e sedativas (Peixoto et al., 2015).

Dada a importância e o potencial de uso da *Lippia alba*, ainda são necessários estudos biológicos adicionais que avaliem suas diferentes indicações e aplicações na produção animal. Dessa forma, objetivou-se avaliar a influência da adição de diferentes concentrações de *Lippia alba* como aditivo fitogênico sobre o desempenho produtivo, a qualidade dos ovos e a contagem diferencial de leucócitos de codornas japonesas em fase de postura, criadas no semiárido.

Este artigo técnico é derivado de estudo originalmente publicado no periódico Semina: Ciências Agrárias (Carvalho et al., 2024), sendo aqui apresentado em versão adaptada, com enfoque aplicado à produção e ao bem-estar de codornas japonesas em condições do semiárido brasileiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de avicultura do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – campus Sousa-PB. O município está localizado a uma altitude de 220 m, latitude de 06°45'33" S e longitude de 38°13'41" W. O clima da região é classificado como quente e seco do tipo BSh, conforme a classificação de Köppen, apresentando temperatura média anual compensada de 26,6 °C e precipitação média anual de 1.050,2 mm (INMET, 2010). O experimento foi realizado no período de junho a setembro de 2022.

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Animais da referida instituição, sob o protocolo nº 01.0462.2017.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e quatro repetições, contendo cinco aves por parcela. O período experimental teve duração de 88 dias, distribuídos em quatro ciclos consecutivos de 22 dias.

Foram utilizadas 80 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), com 80 dias de idade, uniformizadas quanto à produção e ao peso corporal, apresentando peso médio de 315,6 g. As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, medindo 50 cm × 35 cm, equipadas com bebedouros de pressão infantil e comedouros do tipo calha.

Durante todo o período experimental, as aves foram submetidas a condições semelhantes de manejo e alimentação, com fornecimento de água e ração *ad libitum*. A erva-cidreira (*Lippia alba*) desidratada foi utilizada como aditivo fitogênico em quatro níveis (tratamentos) na ração das aves: 0; 0,3; 0,6 e 0,9%.

A erva-cidreira foi coletada na zona rural dos municípios de Sousa e Patos-PB. A parte aérea da planta foi submetida à pré-secagem em estufa de circulação de ar forçada, à temperatura de 55 °C, por 72 horas, para determinação do teor de matéria parcialmente seca. Após a pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey, utilizando peneiras com crivos de 1 mm. Em seguida, a erva-cidreira em pó foi acondicionada em frascos de vidro hermeticamente fechados e devidamente identificados para realização das análises dos teores de matéria seca definitiva (MS), proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE), segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002), bem como fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), conforme metodologia proposta por Van Soest (1994). As análises foram realizadas no laboratório de nutrição animal do IFPB – campus Sousa (Tabela 1).

As rações experimentais foram formuladas de acordo com as recomendações de Silva e Costa (2009), visando atender às exigências nutricionais de codornas japonesas em fase de postura. As dietas foram elaboradas à base de milho e farelo de soja, com inclusão de erva-cidreira (*Lippia alba*) desidratada nos níveis de 0; 0,3; 0,6 e 0,9%, sendo mantida

a composição nutricional semelhante entre os tratamentos ao longo dos quatro ciclos de produção de ovos.

As rações foram formuladas para apresentar aproximadamente 2.800 kcal kg⁻¹ de energia metabolizável e 20% de proteína bruta, além de atender aos níveis recomendados de cálcio, fósforo disponível, sódio, cloro e aminoácidos digestíveis, incluindo lisina, metionina + cistina e treonina. Ajustes na proporção dos ingredientes, como milho, farelo de soja, óleo de soja, calcário e suplementos minerais e vitamínicos, foram realizados para compensar a inclusão do aditivo fitogênico, sem comprometer o equilíbrio nutricional das dietas experimentais.

Tabela 1 – Composição química da erva-cidreira (*Lippia alba*) desidratada, utilizada nas rações para codornas japonesas.

MS (%)	MO (%)	MM (%)	NT (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	EE (%)
91,39	93,47	6,53	0,42	2,64	61,76	50,36	1,01

Fonte: Carvalho et al. (2024).

Nota: Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total (NT), proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE).

O programa de iluminação adotado durante todo o período experimental foi de 17 horas de luz por dia, sendo 12 horas de luz natural e 5 horas de luz artificial.

Para a caracterização bioclimática do ambiente, foram realizadas leituras contínuas ao longo de todo o período experimental, com registros a cada 10 minutos, para a mensuração do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e do Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), utilizando-se dois *data loggers*, durante os 88 dias de avaliação, conforme apresentado na Tabela 3.

Os equipamentos foram instalados na altura da linha das gaiolas, posicionados na direção das aves. Foram mensuradas a temperatura ambiente, a temperatura de globo negro e a umidade relativa do ar. A temperatura de globo negro foi obtida por meio de termômetros de globo negro acoplados aos *data loggers*, enquanto a umidade relativa do ar foi registrada diretamente pelos equipamentos.

Os índices bioclimáticos ITU e ITGU foram calculados de acordo com as equações propostas na literatura. O ITU foi determinado pela equação: $ITU = 0,72 (Tbs + Tbu) + 40,6$, em que Tbs corresponde à temperatura de bulbo seco (°C) e Tbu à temperatura de bulbo úmido (°C), conforme descrito por Thom (1959). As médias das variáveis bioclimáticas foram calculadas

considerando os seguintes períodos do dia: madrugada (00h00min às 06h00min), manhã (06h01min às 12h00min), tarde (12h01min às 18h00min) e noite (18h01min às 23h59min).

O ITGU foi calculado pela equação: $ITGU = Tgn + 0,36 (Tpo) + 41,5$, em que Tgn representa a temperatura de globo negro ($^{\circ}\text{C}$) e Tpo a temperatura de ponto de orvalho ($^{\circ}\text{C}$), conforme proposto por Buffington et al. (1981).

Tabela 3 - Valores de temperatura de bulbo seco (TBS), umidade relativa (UR), índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) obtidos durante experimento com codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes concentrações de erva-cidreira na ração

HORA	TBS ($^{\circ}\text{C}$)	UR (%)	ITU	ITGU
MADRUGADA – 00h:00min à 06h:00min	23,728	69,623	71,865	71,851
MANHÃ – 06h:01min à 12h:00min	26,190	62,674	74,722	75,338
TARDE – 12h:01min à 18h:00min	30,931	47,835	78,974	80,266
NOITE – 18h:01min à 23h:59min	26,887	59,059	75,243	75,838

Fonte: Carvalho et al. (2024).

O desempenho das aves foi avaliado por meio do consumo de ração, determinado pela diferença entre a quantidade fornecida e as sobras. A conversão alimentar por massa de ovos foi calculada pela razão entre o consumo total de ração e a massa de ovos produzida, sendo expressa em g g^{-1} , enquanto a conversão alimentar por dúzia de ovos foi obtida dividindo-se o consumo médio de ração pela produção de doze ovos. O percentual de postura e a viabilidade comercial foram determinados a partir da contagem diária dos ovos íntegros e não íntegros (quebrados, trincados, com casca fina, sem casca ou deformados), com registros em planilhas específicas.

A avaliação da qualidade dos ovos foi realizada nos três últimos dias de cada ciclo experimental, sendo coletados três ovos íntegros por parcela para análise dos parâmetros de qualidade externa e interna. A qualidade externa foi avaliada por meio do peso médio dos ovos, peso e espessura da casca (incluindo as membranas), obtida em três pontos distintos com paquímetro digital (0,01 mm), e gravidade específica, determinada pelo método de imersão em soluções salinas com densidade variando de 1,060 a 1,085 g mL^{-1} , conforme Garcia et al. (2010).

A qualidade interna dos ovos foi determinada a partir da mensuração do peso de gema, peso de albúmen, altura e diâmetro de gema e albúmen, índice de gema, porcentagens de gema e albúmen, cor da gema avaliada por leque colorimétrico Roche® (escala de 1 a 16) e Unidade Haugh, calculada com base na altura do albúmen e no peso do ovo, conforme metodologias descritas por Silva (2004) e Santos et al. (2009).

Para a determinação da contagem diferencial leucocitária, foram realizadas duas coletas de sangue, nos dias 28/07/2022 e 05/09/2022, por punção da veia metatarsica medial, utilizando-se uma ave por parcela. As análises foram conduzidas no Laboratório de Patologia Clínica Veterinária do Hospital Veterinário do IFPB – Campus Sousa. Foram confeccionados esfregaços sanguíneos, corados pelo método Panótico, com identificação das células em microscopia de imersão (100×), conforme descrito por Thrall (2015). Os leucócitos foram classificados de acordo com suas características morfológicas e tintoriais, sendo os resultados expressos em percentuais, e a relação heterófilo:linfócito obtida pela razão entre o número dessas células.

Os dados referentes à contagem diferencial leucocitária e à relação heterófilo:linfócito foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, utilizando-se o programa estatístico R (R Core Team, 2023). As variáveis de desempenho e qualidade dos ovos foram analisadas por regressão, por meio do programa SAS (SAS Institute, 2011), visando estimar o nível de inclusão do aditivo fitogênico com base no coeficiente de determinação (R^2) e na resposta biológica das aves.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho e produção de ovos das codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de erva-cidreira (*Lippia alba*) na dieta indicaram efeito positivo da inclusão do aditivo fitogênico sobre a eficiência alimentar. Observou-se melhora na conversão alimentar por dúzia de ovos com o aumento dos níveis de erva-cidreira, bem como comportamento favorável da conversão por massa de ovos, sendo possível estimar um nível ótimo de inclusão próximo a 0,5% na ração (Figura 1). Esses resultados sugerem melhor aproveitamento dos nutrientes ingeridos pelas aves.

O possível mecanismo de ação da erva-cidreira está associado às propriedades antioxidantes e antimicrobianas de seus compostos bioativos, que podem favorecer a digestibilidade da energia e da proteína, resultando em melhor desempenho produtivo, conforme relatado por Sultan et al. (2015). Para as variáveis taxa de postura, ovos sujos, ovos trincados e

consumo de ração, não foram observadas alterações relevantes com a inclusão do aditivo, indicando que a erva-cidreira não comprometeu a produtividade nem o consumo alimentar das aves.

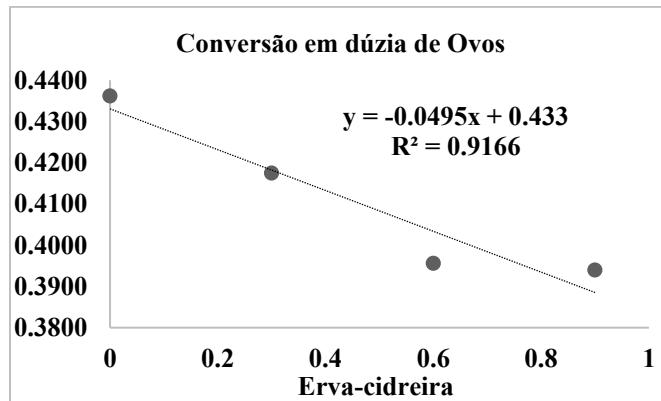


Figura 1 – Efeito da inclusão de erva-cidreira (*Lippia alba*) na dieta de codornas japonesas sobre a conversão alimentar por dúzia de ovos.

Fonte: Carvalho et al. (2024).

Em relação à qualidade dos ovos, a inclusão de erva-cidreira promoveu melhorias em parâmetros associados à qualidade interna. Observou-se efeito positivo sobre a altura do albúmen e sobre a Unidade Haugh, indicadores reconhecidos da qualidade do ovo, com valores considerados elevados e compatíveis com ovos de excelente qualidade, segundo critérios do USDA (2000). Esses resultados indicam que a suplementação com erva-cidreira pode contribuir para a manutenção da qualidade interna dos ovos durante a fase de postura.

Também foi verificado aumento da intensidade da cor da gema com o incremento dos níveis de erva-cidreira na dieta, possivelmente relacionado à presença de compostos pigmentantes, como carotenoides, na planta, conforme descrito por Seibel et al. (2010) (Figura 2). Houve ainda variações no diâmetro e no índice de gema; entretanto, os valores permaneceram dentro das faixas consideradas normais para ovos frescos, indicando que a qualidade da gema não foi prejudicada pelas dietas experimentais.

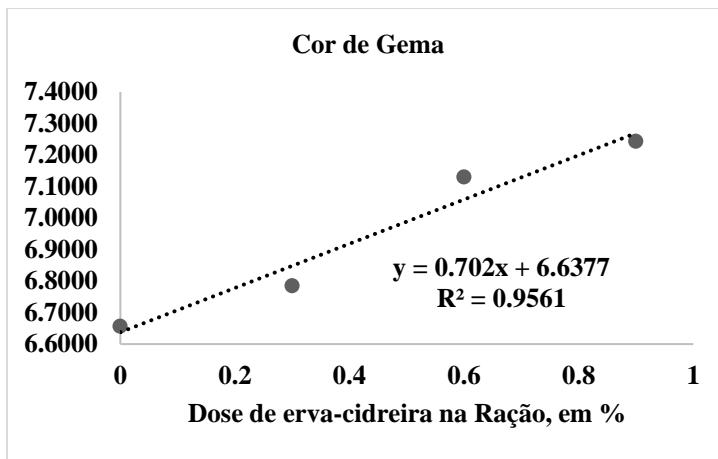


Figura 2 – Efeito da inclusão de erva-cidreira (*Lippia alba*) na dieta de codornas japonesas sobre a cor da gema.

Fonte: Carvalho et al. (2024).

Para as demais variáveis de qualidade externa e interna dos ovos, como peso do ovo, peso e espessura da casca, porcentagens de gema e casca e gravidade específica, não foram observadas alterações relevantes entre os tratamentos, demonstrando que a inclusão da erva-cidreira não afetou negativamente esses parâmetros.

Quanto às variáveis hematológicas, a inclusão de diferentes concentrações de erva-cidreira na dieta não promoveu alterações relevantes na contagem diferencial de leucócitos nem na relação heterófilo:linfócito das codornas japonesas. Os valores observados para a maioria das células leucocitárias mantiveram-se próximos aos descritos como referência para a espécie, indicando que a suplementação não interferiu de forma significativa na resposta imunológica das aves.

Os valores de linfócitos e a relação heterófilo:linfócito indicaram condição de estresse nas aves, independentemente do nível de inclusão da erva-cidreira, o que pode ser atribuído às condições ambientais, especialmente ao estresse térmico característico do semiárido. Estudos prévios relatam que o estresse por calor pode resultar em linfopenia, heterofilia e aumento da relação heterófilo:linfócito em codornas japonesas (Nordi, 2007; Porto et al., 2020), corroborando os achados do presente estudo.

Apesar da indicação de estresse ambiental, as aves não apresentaram sinais clínicos de enfermidades e mantiveram índices produtivos elevados ao longo do experimento, com taxas de postura superiores a 84% em todos os tratamentos. Dessa forma, os resultados indicam que a inclusão de erva-cidreira na dieta não comprometeu o bem-estar nem o desempenho produtivo das

codornas, podendo ser considerada uma alternativa viável como aditivo fitogênico em sistemas de produção no semiárido.

4 CONCLUSÕES

A utilização da erva-cidreira (*Lippia alba*) como aditivo fitogênico na dieta de codornas japonesas em fase de postura, em níveis de até 0,9%, proporcionou melhora na conversão alimentar por dúzia de ovos, além de intensificar a coloração da gema.

A inclusão de erva-cidreira desidratada na ração, até a concentração de 0,9%, não influenciou a contagem diferencial de leucócitos nem a relação heterófilo:linfócito de codornas japonesas criadas no semiárido.

As alterações observadas no leucograma, caracterizadas por basofilia, linfopenia e elevação da relação heterófilo:linfócito, indicam aumento dos níveis de estresse nas aves, o que pode ser atribuído às condições ambientais do semiárido, independentemente da inclusão do aditivo fitogênico.

Diante dos resultados obtidos, recomenda-se a utilização de 0,5% de erva-cidreira (*Lippia alba*) desidratada como aditivo fitogênico na alimentação de codornas japonesas em fase de postura.

REFERÊNCIAS

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D. Black globe humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, p. 711–714, 1981.

CARVALHO, A. B. et al. Inclusion of lemon balm (*Lippia alba*) as a phytogenic additive in the diet of Japanese quail. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 45, n. 4, p. 1031–1046, jul./ago. 2024. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2024v45n4p1031>.

CULLERE, M. et al. Black soldier fly as dietary protein source for broiler quails: meat proximate composition, fatty acid and amino acid profile, oxidative status and sensory traits. **Animal**, v. 12, n. 3, p. 640–647, 2018. DOI: 10.1017/S1751731117001860.

FERNANDES, R. et al. Aditivos fitogênicos na alimentação de frangos de corte: óleos essenciais e especiarias. **PubVet**, v. 9, n. 12, p. 526–535, 2015. DOI: 10.22256/pubvet.v9n12.526-535.

GADDE, U. D. et al. Antibiotic growth promoters virginiamycin and bacitracin methylene disalicylate alter the chicken intestinal metabolome. **Scientific Reports**, v. 8, p. 1–9, 2018. DOI: 10.1038/s41598-018-22004-6.

GARCIA, E. R. M. et al. Qualidade de ovos de poedeiras semipesadas armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 2, p. 505–518, 2010.

GENCHEV, A. Quality and composition of Japanese quail eggs (*Coturnix japonica*). **Trakia Journal of Sciences**, v. 10, n. 2, p. 91–101, 2012.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas do Brasil**. Brasília, 2010. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>.

KOKOSHAROV, T. Changes in the white blood cells and specific phagocytosis in chicken with experimental acute fowl typhoid. **Veterinarski Arhiv**, v. 68, p. 33–38, 1998.

MADHUPRIYA, V. et al. Phyto feed additives in poultry nutrition: a review. **International Journal of Scientific Environment and Technology**, v. 7, n. 3, p. 815–822, 2018.

MAXWELL, M. H. Avian blood leucocyte responses to stress. **World's Poultry Science Journal**, v. 49, n. 1, p. 34–43, 1993. DOI: 10.1079/WPS19930004.

NAZAR, F. N. et al. Thymol supplementation effects on adrenocortical, immune and biochemical variables recovery in Japanese quail after exposure to chronic heat stress. **Animal**, v. 13, n. 2, p. 318–325, 2019. DOI: 10.1017/S175173111800157X.

NORDI, W. M. et al. **Diagnóstico de bem-estar de codornas japonesas utilizando a liberdade sanitária em dois sistemas de criação**. Curitiba: Labea Publicações, UFPR, 2007.

PEIXOTO, M. G. et al. Acaricidal activity of essential oils from *Lippia alba* genotypes and its major components against *Rhipicephalus microplus*. **Veterinary Parasitology**, v. 210, n. 1–2, p. 118–122, 2015. DOI: 10.1016/j.vetpar.2015.03.010.

PORTE, M. L.; FONTENELE-NETO, J. D. Effect of thermal manipulation during incubation on the hematological variables, serum biochemistry and morphometry of cloacal bursa of Japanese quails submitted to chronic heat stress. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, n. 2, p. 505–516, 2020. DOI: 10.1590/1678-4162-11132.

ROSA, G. et al. Perfil hematológico de codornas japonesas (*Coturnix japonica*) sob estresse térmico. **Ciência Rural**, v. 41, n. 9, p. 1605–1610, 2011.

SEIBEL, N. F. et al. Caracterização sensorial de ovos de codornas alimentadas com dietas modificadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 884–889, 2010. DOI: 10.1590/S0101-20612010000400008.

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

SILVA, J. H. V. **Curso teórico-prático sobre técnicas básicas de avaliação de qualidade do ovo.** Piracicaba: ESALQ, 2004.

SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P. **Tabelas para codornas japonesas e europeias.** 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2009.

SULTAN, A. et al. Effect of organic acid supplementation on the performance and ileal microflora of broiler during finishing period. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 47, n. 3, p. 635–639, 2015.

THOM, E. C. The discomfort index. **Weatherwise**, v. 12, n. 2, p. 57–61, 1959.

THRALL, M. A. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária.** 2. ed. São Paulo: Roca, 2015.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Egg-Grading Manual.** Agricultural Handbook n. 75. Washington, DC, 2000.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994.