



**BIOCLIMATOLOGIA E BEM-ESTAR
ANIMAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**
Coletânea Científica – Artigos Completos –
Volume 4 – 2026

Editora Científica Semiárido Acadêmico (ECSA)

ISBN 978-65-01-94881-2 | Acesso Aberto

CAPÍTULO 4

Erva-cidreira (*Lippia alba*) como aditivo fitogênico na alimentação de codornas japonesas: efeitos sobre desempenho produtivo, qualidade de ovos e parâmetros leucocitários

Lemon balm (*Lippia alba*) as a phytogetic additive in the diet of Japanese quails: effects on productive performance, egg quality and leukocyte parameters

Ariádne de Barros Carvalho¹; Bonifácio Benício de Souza^{1*}; Marcelo Helder Medeiros Santana²; Matheus Ramalho de Lima³; Tatiana Gouveia Pinto Costa²; Jaime Miguel de Araújo Filho²; Davi Nogueira Maciel Alves²; Amélia Lizziane Leite Duarte²; Rosângela Maria Nunes da Silva¹; Talícia Maria Alves Benício⁴; Fabíola Franklin de Medeiros¹

¹ Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Patos-PB, Brasil.

² Instituto Federal da Paraíba (IFPB), Campus Sousa, Sousa-PB, Brasil.

³ Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, Brasil.

⁴ Universidade Estadual do Tocantins (UNITINS), Augustinópolis-TO, Brasil.

*Autor correspondente: bonifacio.ufcg@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.65338/ecsa.v4.2026.c04>

RESUMO

A codorna japonesa 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.

Contudo, o uso de antibióticos melhoradores de desempenho pode deixar resíduos na carne e nos ovos. Como alternativa, aditivos fitogênicos podem ser utilizados para favorecer o desenvolvimento de bactérias benéficas no trato gastrointestinal, contribuindo para melhorar a digestão e a absorção de nutrientes ingeridos. Objetivou-se avaliar o efeito da adição de diferentes concentrações de erva-cidreira (*Lippia alba*), utilizada como aditivo fitogênico, sobre o desempenho produtivo, a qualidade de ovos e a contagem diferencial de leucócitos de codornas japonesas criadas no semiárido. O experimento foi realizado no setor avícola do Instituto Federal 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 adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições, contendo cinco aves por parcela. O período experimental teve duração de 88 dias, distribuídos em quatro ciclos de 22 dias. A erva-cidreira desidratada foi utilizada como aditivo fitogênico em quatro níveis de inclusão na alimentação das aves (0%; 0,3%; 0,6% e 0,9%). Foram avaliadas variáveis de desempenho e qualidade dos ovos. Para a análise estatística dessas variáveis utilizou-se análise de regressão por meio do programa SAS. Para determinação da contagem diferencial leucocitária foram realizadas duas coletas de sangue, com confecção de esfregaço sanguíneo. As contagens diferenciais de leucócitos foram submetidas à análise de variância e ao teste de Tukey, ao nível de significância de 5%, com auxílio do programa estatístico R. Observou-se efeito linear decrescente significativo para a conversão alimentar por dúzia de ovos, bem como efeito quadrático para a conversão alimentar 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. A inclusão de erva-cidreira apresentou efeito positivo sobre a conversão alimentar por dúzia de ovos e efeito benéfico sobre a altura do albúmen, sendo possível estimar exigência de inclusão em 0,501%, além de influenciar a coloração da gema, observando-se maior intensidade de cor com o aumento dos níveis da erva na dieta. Houve ainda efeito significativo para a Unidade Haugh, com estimativa de exigência em 0,495%. 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. 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 bird species with a short production cycle and is considered an attractive alternative to meet the growing demand for animal protein. However, the use of antibiotic growth promoters may leave residues in meat and eggs. As an alternative, phytogetic additives can be used to promote the development of beneficial bacteria in the gastrointestinal tract, improving digestion and nutrient absorption. The objective of this study was to evaluate the effect of adding different concentrations of lemon balm (*Lippia alba*), used as a phytogetic additive, on productive performance, egg quality and differential leukocyte count of Japanese quails raised in the semi-arid region. The experiment was carried out in the poultry sector of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Paraíba – Sousa Campus, from June to September 2022. Eighty Japanese quails, 80 days of age, standardized by production and body weight, were used. The experimental design was completely randomized, with four treatments and four replicates 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 phytogetic additive at four inclusion levels in the diets (0%; 0.3%; 0.6% and 0.9%). Performance and egg quality variables were evaluated. Regression analysis was used for statistical evaluation using the SAS software. To determine the differential leukocyte count, two blood collections were performed with preparation of blood smears. 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. There was a significant quadratic effect for albumen height and a decreasing linear effect for albumen percentage. A quadratic effect was also observed for the Haugh Unit. The inclusion of lemon balm showed a positive effect on feed conversion per dozen eggs and a beneficial effect on albumen height, with an estimated requirement of 0.501%. In addition, yolk color increased with higher levels of lemon balm inclusion in the diet. A significant effect was also

observed for the Haugh Unit, with an estimated requirement of 0.495%. The use of 0.5% dehydrated lemon balm (*Lippia alba*) as a phytogetic additive in the diet of Japanese quails in the laying phase is recommended. The inclusion of different concentrations of dehydrated lemon balm did not influence the differential leukocyte count or the heterophil:lymphocyte ratio of Japanese quails raised in the semi-arid region.

Keywords: Coturniculture; 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, considerada alternativa atraente para atender à crescente demanda por proteína animal (CULLERE et al. 2018). Dentre as características que tornam atrativa a atividade estão: pequeno porte das aves, adaptabilidade, possibilidade de criação em pequenas áreas, custo relativamente baixo para implantação. Os hábitos e o manejo das codornas são semelhantes aos das galinhas. Entretanto, não precisam de grande espaço para reproduzir e botar ovos, o consumo alimentar é baixo em relação às galinhas, podendo 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 remete a década de 1940 (GADDE et al., 2018). No entanto, a tendência mundial é retirar esses produtos da alimentação animal, pois podem deixar resíduos na carne e nos ovos, resultando em resistência bacteriana.

Aditivos de ervas ou especiarias são conhecidos como aditivos fitogênicos. Esses têm função semelhante aos antibióticos e são utilizados para o desenvolvimento de bactérias benéficas no trato gastrointestinal para melhorar a digestão e absorção de nutrientes ingeridos e, portanto, o rendimento e a saúde das aves (FERNANDES et al., 2015).

Os aditivos derivados de plantas tornaram-se objeto de atenção em vários estudos sobre alimentação animal. Eles são caracterizados por substâncias derivadas de plantas que apresentam baixa toxicidade e não deixam resíduos, tornando-os ideais para a alimentação animal em comparação com os antibióticos sintéticos (MADHUPRIYA et al., 2018). A erva-cidreira, planta comumente utilizada como fitoterápico, apresenta características potenciais para o desenvolvimento de pesquisas sobre o efeito do seu uso como aditivo fitogênico.

A *Lippia Alba*, popularmente conhecida como erva-cidreira, pertence à família Verbenaceae e está amplamente distribuída na América do Sul, América Central e África. Caracterizada por grande diversidade fitoquímica, principalmente do grupo dos terpenos, trata-se de uma planta muito utilizada na medicina popular para tratar doenças gastrointestinais e respiratórias. Além disso, é usada como antiespasmódico, antipirético, anti-inflamatório, antidiarréico, analgésico e sedativo (PEIXOTO et al., 2015).

Dada a importância do uso da *Lippia alba*, ainda são necessários estudos biológicos adicionais para as várias indicações desta planta. Portanto, objetivou-se avaliar a influência da adição de diferentes concentrações de *Lippia alba*, como aditivo fitogênico, sobre o desempenho produtivo, qualidade dos ovos e sobre a contagem diferencial de leucócitos de codornas japonesas, em postura, no semiárido.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de avicultura do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Paraíba - campus Sousa-PB. O município fica localizado a uma altitude de 220 m, a uma latitude 06° 45' 33" S e longitude de 38° 13' 41" W. O Clima é classificado como quente e seco do tipo BSh (conforme classificação de Koppen), com temperatura média compensada anual de 26,6°C e média de precipitação de 1050,2 mm ano⁻¹ (INMET, 2010), entre os meses de junho e setembro de 2022.

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com animais da referida instituição sob o protocolo de número 01.0462.2017.

O delineamento 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, sendo quatro ciclos de 22 dias.

Foram utilizadas 80 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), com idade de 80 dias de vida, uniformizadas por produção e peso corporal (315,6 g em média). As aves foram distribuídas em gaiolas de arame galvanizado, medindo 50 cm x 35 cm, equipadas com bebedouros de pressão infantil e comedouros tipo calha.

As aves foram submetidas, durante todo o período experimental, às condições semelhantes de manejo e alimentação com água e ração fornecidos *ad libitum*.

Utilizou-se a erva-cidreira (*Lippia alba*) desidratada como aditivo fitogênico em 4 níveis (tratamentos) na ração das aves (0%; 0,3%; 0,6% e 0,9%).

A erva-cidreira foi coletada na zona rural de Sousa e Patos - PB. A parte aérea da planta foi submetida à pré-secagem em estufa de circulação de ar forçada à 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 com peneiras com crivos de 1mm. Em seguida, a erva-cidreira em pó foi acondicionada em frascos de vidro hermeticamente fechados, identificados para 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), fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA), de acordo com metodologia proposta por Van Soest (1994). As análises foram realizadas no laboratório de nutrição animal do IFPB – campus Sousa (Tabela 1).

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

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).

As rações foram formuladas de acordo com as recomendações de Silva e Costa (2009), para atendimento das exigências nutricionais de codornas japonesas em postura. Na Tabela 2 é apresentada a composição e os níveis nutricionais calculados das rações que foram utilizadas durante os quatro ciclos de produção de ovos. Essas dietas foram elaboradas de modo a garantir o adequado fornecimento de nutrientes essenciais às aves ao longo do período experimental.

Dessa forma, buscou-se manter o equilíbrio nutricional das formulações, assegurando condições adequadas para a avaliação dos efeitos da inclusão da erva-cidreira nas dietas.

O programa de luz utilizado foi de 17 horas de luz/dia (12 natural e 5 artificial) durante todo o período experimental.

Para a caracterização bioclimática foram realizadas leituras diárias, a cada 10 minutos, para a mensuração do Índice de temperatura e umidade (ITU) e Índice de Termômetro de Globo e Umidade (ITGU), por meio de dois data loggers, durante os 88 dias de avaliação.

Tabela 2 – Composição química e níveis nutricionais calculados nas dietas à base de milho e farelo de soja com a inclusão de 0%; 0,3%; 0,6% e 0,9% de erva-cidreira desidratada.

Ingredientes (g kg⁻¹)	Níveis de inclusão de erva-cidreira			
	0%	0,3%	0,6%	0,9%
Milho	53,721	53,677	53,057	52,437
Farelo de soja	33,420	33,028	33,132	33,236
Calcário	5,506	5,503	5,501	5,499
Núcleo comercial ¹	4,000	4,000	4,000	4,000
Óleo de soja	2,195	2,299	2,513	2,726
Farinha de carne e osso	0,339	0,356	0,362	0,367
Sal comum	0,326	0,326	0,327	0,327
Bicarbonato de sódio	0,276	0,276	0,276	0,276
DL – metionina	0,146	0,150	0,151	0,152
L- lisina	0,071	0,083	0,081	0,079
Erva-cidreira	0,000	0,300	0,600	0,900
Total (kg)	100,00	100,00	100,00	100,00
NUTRIENTES				
Cálcio (g kg ⁻¹)	30,500	30,500	30,500	30,500
Cloro (%)	0,2400	0,2400	0,2400	0,2400
Energia metabolizável (kcal kg ⁻¹)	2800,0000	2800,0000	2800,0001	2800,0000
Fósforo disponível (%)	0,2800	0,2800	0,2800	0,2800
Lisina digestível (%)	1,0300	1,0300	1,0300	1,0300
Metionina + cistina digestíveis (%)	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
Proteína Bruta (%)	20,000	19,8422	19,8376	19,8330
Sódio (%)	0,2300	0,2300	0,2300	0,2300
Treonina digestível	0,6761	0,6700	0,6700	0,6700

¹ Umidade (máx) 130,00 g kg⁻¹, Proteína bruta (mín) 250,00 g kg⁻¹, Extrato etéreo (mín) 40,00 g kg⁻¹, Fibra bruta (mín) 2.000,00 mg kg⁻¹, Matéria mineral (máx) 700,00 g kg⁻¹, Cálcio (mín) 130,00 g kg⁻¹, Cálcio (máx) 150,00 g kg⁻¹, Fósforo (mín) 45,00 g kg⁻¹, Sódio (mín) 33,00 g kg⁻¹, Ferro (mín) 640,00 mg kg⁻¹, Cobalto (mín) 4,30 mg kg⁻¹, Vitamina A (mín) 160.000,00 UI kg⁻¹, Vitamina D3 (mín) 40.000,00 UI kg⁻¹, Vitamina E (mín) 300,00 UI kg⁻¹, Vitamina K3 (mín) 39,80 mg kg⁻¹, Vitamina B1 (mín) 19,80 mg kg⁻¹, Vitamina B2 (mín) 80,00 mg kg⁻¹, Niacina (mín) 199,90 mg kg⁻¹, Ácido pantotênico (mín) 199,90 mg kg⁻¹, Vitamina B6 (mín) 59,78 mg kg⁻¹, Vitamina B12 (mín) 160,00 mcg kg⁻¹, Colina (mín) 5.370,00 mg kg⁻¹, Metionina (mín) 15,50 g kg⁻¹, Lisina (mín) 12,20 g kg⁻¹, Fitase (mín) 5.000,00 ftu kg⁻¹

Os equipamentos foram instalados na altura da linha das gaiolas, posicionando-os na direção das aves. Foram realizadas as seguintes medições: temperatura ambiente, temperatura de globo negro e umidade relativa ar. A temperatura de globo negro foi mensurada a partir de

termômetros de globo negro acoplados a um datalogger, enquanto que a umidade relativa do ar foi medida através de data logger.

Foram avaliados os seguintes índices bioclimáticos: ITU e ITGU, conforme equações abaixo:

$$ITU = 0,72 (Tbs + Tbu) + 40,6 \text{ em que:}$$

Tbs = temperatura de bulbo seco (°C); e Tbu = temperatura de bulbo úmido (°C), conforme Thom (1959);

$$ITGU = Tgn + 0,36 (Tpo) + 41,5 \text{ em que:}$$

Tgn = temperatura de globo negro (°C); e Tpo = temperatura de ponto de orvalho (°C), conforme 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	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

Foram determinadas as médias das variáveis bioclimáticas para os horários: Madrugada (00h:00min à 06h:00min), manhã (06h:01min à 12h:00min), tarde (12h:01min à 18h:00min) e noite (18h:01min à 23h:59min). Tabela 3.

Para analisar o desempenho das aves avaliou-se: o consumo de ração, realizado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras. Para calcular a conversão alimentar por massa de ovos produzidos dividiu-se o total de ração consumida pelo peso dos ovos produzidos, sendo expressa em gramas de ração por grama de ovo ($g\ g^{-1}$). A conversão alimentar por dúzia de ovo calculando o consumo médio (Kg) de ração dividindo-se por doze.

O percentual de postura e viabilidade comercial, foi calculado, contados o número de ovos íntegros, quebrados, trincados, com casca fina, sem casca, deformados, duas vezes ao dia para o cálculo de percentual de postura, com registros em planilhas próprias.

Para avaliar a qualidade de ovos, nos três últimos dias de cada fase do experimento foram coletados três ovos íntegros de cada parcela para determinação dos parâmetros de qualidade externa e interna.

Para determinação da qualidade externa foram avaliados os parâmetros a seguir: O peso médio dos ovos foi calculado utilizando-se o valor do peso total obtido pela pesagem de todos os ovos em balança de precisão de 0,01 g em relação ao número de ovos por parcela. Para o cálculo do peso das cascas, as cascas utilizadas foram quebradas ao meio, incluindo a membrana interna, lavadas em água corrente, secas em temperatura ambiente (por 24 a 48 horas) e novamente pesadas em balança de precisão de 0,01g. A Espessura de casca, incluindo as membranas foi obtida pelo valor médio de três pontos diferentes, nos dois polos e na região lateral do ovo, com paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Para cálculo da gravidade específica, todos os ovos íntegros produzidos por parcela foram submetidos à determinação da qualidade externa por meio da gravidade específica (g ml^{-1}) pelo método de imersão dos ovos em solução salina. As gravidades das soluções foram aferidas com a utilização de um densímetro de petróleo, sendo o intervalo de densidade de 1.060 g/ml a 1.085 g/ml (GARCIA et al., 2010).

Para a determinação da qualidade interna foram avaliados os seguintes parâmetros: Peso de gema, foi coletado aleatoriamente, os ovos foram quebrados e suas gemas separadas manualmente e pesadas em balança de precisão de 0,01g. Peso do albúmen, foi obtido pela diferença entre peso dos ovos e dos pesos de casca e de gema. Altura e o diâmetro de gema, foram obtidos por um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Índice de gema, calculado pela relação entre a largura e a altura da gema (SILVA, 2004). Cor de gema, utilizou-se um leque colorimétrico da Roche® (escore de 1 a 16). Porcentagem de gema, foram obtidas considerando o peso total do ovo e o peso da gema. Altura e o diâmetro de albúmen, foram obtidos com paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Porcentagem de albúmen, foi determinada por diferença: $100 - (\% \text{ de gema} + \% \text{ de casca})$, conforme metodologia descrita por (SANTOS et al., 2009) e Unidade Haugh, obtida pela fórmula $UH = 1 \text{ mm} \times \log (H - 1,7 P^{0,37} + 7,6)$, sendo H a altura do albúmen (mm) e P o peso do ovo inteiro (g).

Para determinação da contagem diferencial leucocitária foram realizadas duas coletas de sangue, sendo a primeira no dia 28/07/2022 e a segunda dia 05/09/2022. As amostras de sangue foram obtidas por punção da veia metatársica medial, em seringas de 1 mL, em uma ave de cada parcela. As contagens diferenciais de leucócitos foram realizadas no Laboratório de Patologia Clínica Veterinária do Hospital Veterinário do IFPB Campus Sousa – PB.

Na contagem diferencial de leucócitos foram confeccionados esfregaços sanguíneos, corados com corante Panótico (Laborclin-produtos para laboratórios LTDA, Pinhais-PR), identificando-se as células em microscópio com objetiva de imersão a óleo (100X), conforme descrito por Thrall, 2015. Os leucócitos foram classificados de acordo com suas características morfológicas e tintoriais, e o resultado, obtido em percentual de cada tipo celular.

A relação heterófilo: linfócito foi obtida dividindo-se o número de heterófilos pelo número de linfócitos.

As análises relativas à contagem diferencial de leucócitos e relação heterófilos:linfócito foram submetidas a análise de variância e teste de Tukey, ao nível de significância de 5%, com o auxílio do programa estatístico R.

Para a análise estatística de desempenho e qualidade dos ovos foi utilizada a análise de regressão por meio do programa estatístico computacional SAS (SAS Institute, 2011), a fim de estimar o melhor nível de inclusão do aditivo de modo a considerar o valor de R^2 a 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 nas rações foram descritos na Tabela 4. Esses resultados permitem avaliar o efeito da inclusão do aditivo fitogênico sobre variáveis produtivas e de eficiência alimentar das aves ao longo do período experimental.

De modo geral, a avaliação dessas variáveis é importante para verificar possíveis alterações no desempenho produtivo das codornas, bem como identificar tendências de resposta à suplementação dietética com erva-cidreira (*Lippia alba*). A análise conjunta desses parâmetros permite compreender de forma mais ampla o impacto nutricional do aditivo sobre o sistema produtivo.

Observa-se que as variáveis analisadas apresentaram comportamentos distintos em função dos níveis de inclusão de erva-cidreira na dieta. A taxa de postura apresentou tendência de aumento conforme a elevação da concentração do aditivo, indicando possível efeito positivo da suplementação fitogênica sobre o desempenho produtivo das aves.

Tabela 4 – Efeito dos tratamentos sobre Taxa de postura (%), Ovos Sujos (%), Ovos Trincados (%), Consumo (g/ave/dia), Conversão alimentar por dúzia de ovos (kg/dúzia) e Conversão alimentar por massa de ovos (kg kg⁻¹) de codornas japonesas alimentadas com diferentes concentrações de *Lippia alba* na dieta.

Variáveis	Adição de erva-cidreira (%)				Equação
	0	0,3	0,6	0,9	
Taxa de postura (%)	84,0253	87,0557	88,8123	90,1791	
Ovos Sujos (%)	1,4886	1,1779	0,8408	1,2639	
Ovos Trincados (%)	0,8489	0,8995	1,0577	0,1692	
Consumo de ração (g/ave/dia)	30,9010	31,8104	30,4648	31,3063	
Conversão alimentar por dúzia de ovos (kg/dúzia)	0,4361	0,4175	0,3956	0,3940	$y = -0,0495x + 0,433$ $R^2 = 0,9166$
Conversão alimentar por massa de ovos (kg kg ⁻¹)	2,3206	2,2934	2,7434	2,2975	$y^2 = -1,163x^2 + 1,1736x + 2,252$, $R^2 = 0,3514$

Foram observados, com relação aos dados de desempenho (Tabela 4) que houve efeito linear decrescente significativo ($P < 0,01$) para a conversão alimentar por dúzia de ovos ($y = -0,0495x + 0,433$, $R^2 = 0,9166$) (Figura 1), bem como efeito quadrático ($P < 0,05$) para a conversão por massa de ovos ($y^2 = -1,163x^2 + 1,1736x + 2,252$, $R^2 = 0,3514$), sendo possível estimar o melhor nível de inclusão da erva-cidreira como aditivo fitogênico em 0,504% na ração.

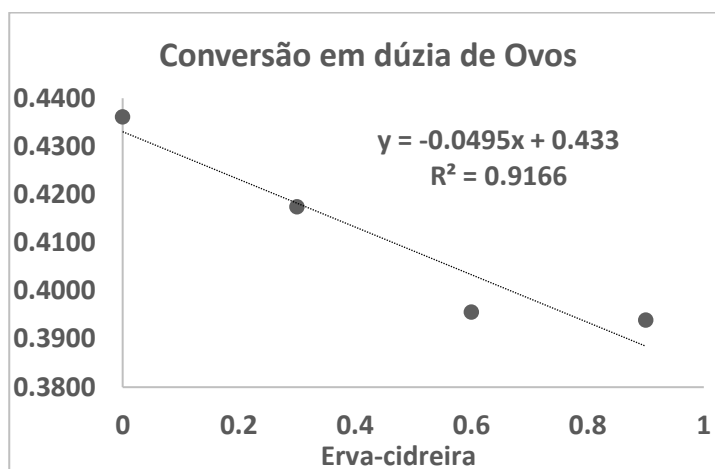


Figura 1 – Efeito da inclusão de erva-cidreira na ração de codornas sobre a conversão em dúzia de ovos

O possível mecanismo de ação dos componentes botânicos podem ser suas propriedades antioxidantes, resultando em melhor aproveitamento da ração. Como resultado, a digestibilidade da energia e da proteína é melhorada, o que otimiza o desempenho da produção de ovos de codornas (SULTAN et al., 2015).

Para as variáveis Taxa de postura (%), Ovos Sujos (%), Ovos Trincados (%) e Consumo (g/ave/dia), não houve efeito estatístico significativo (Tabela 4).

Os resultados de qualidade de ovos das codornas japonesas alimentadas com níveis crescentes de erva-cidreira nas rações foram descritos na Tabela 5.

Houve efeito quadrático significativo ($P < 0,05$) para a altura do albúmen ($y = -1,3848 x^2 + 1,3897x + 5,1263$; $R^2 = 0,869$), sendo possível estimar a exigência em 0,501%. Tal achado infere que a suplementação com erva-cidreira pode melhorar a qualidade do ovo.

A influência da erva-cidreira sobre a conversão alimentar pode ter promovido melhor aporte nutricional para renovação das células do epitélio secretor de albúmen no magno. Outro mecanismo provável é a proteção do epitélio do magno através das propriedades antibacterianas da erva-cidreira, conferindo inibição da colonização do oviduto por bactérias patogênicas. Além disso, compostos bioativos presentes na planta podem contribuir para a manutenção da integridade do epitélio glandular, favorecendo o funcionamento adequado das estruturas responsáveis pela secreção do albúmen. Esse efeito pode estar associado à presença de metabólitos secundários com atividade antimicrobiana e antioxidante, os quais auxiliam na manutenção da saúde do trato reprodutivo das aves.

Tabela 5 – Efeito dos tratamentos sobre as variáveis de qualidade de ovo de codornas japonesas alimentadas com diferentes concentrações de *Lippia alba* na dieta.

Variáveis	Adição de erva-cidreira (%)				Equação
	0	0,3	0,6	0,9	
Peso do ovo (g)	13,3045	13,1582	13,4336	13,5063	
Altura do albúmen (mm)	5,1031	5,4881	5,3921	5,2785	$y = -1,3848x^2 + 1,3897x + 5,1263$; $R^2 = 0,869$
Peso do albúmen (g)	7,2268	7,2120	7,1009	7,1299	
Diâmetro da gema (mm)	5,2167	5,3485	5,4018	5,4387	$y = 0,6844x + 24,539$; $R^2 = 0,684$
Altura da gema (mm)	24,5058	24,6638	25,2106	25,0080	
Cor da gema	6,6563	6,7847	7,1302	7,2431	$y = 0,702x + 6,6377$; $R^2 = 0,956$
Peso da casca (g)	1,1412	1,1305	1,1382	1,1290	
Espessura da casca (mm)	0,4591	0,4674	0,4780	0,4686	
Albúmen (%)	54,2903	53,4631	52,8275	52,7514	$y = -1,7508x + 54,121$; $R^2 = 0,903$
Gema (%)	39,3842	39,7256	39,8660	39,9924	
Casca (%)	8,7098	8,5566	8,4930	8,3633	
Gravidade específica	1,0715	1,0700	1,0684	1,0689	
Índice de gema	0,4117	0,4080	0,3881	0,3982	$y = -0,0201x + 0,4105$; $R^2 = 0,5423$
Unidade Haugh	91,7642	93,6282	93,1797	92,5454	$y = -6,9398x^2 + 6,8775x + 91,871$; $R^2 = 0,885$

Houve efeito linear crescente para cor da gema ($P < 0,01$) Figura 2, e diâmetro de gema ($P < 0,05$). A presença de carotenoides na dieta afeta a intensidade da cor da gema (SEIBEL et al., 2010). Tal resultado evidencia a presença de carotenoides na erva-cidreira.

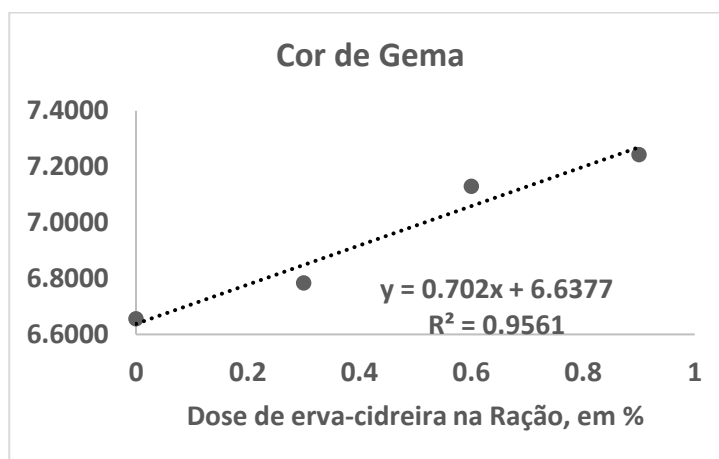


Figura 2 – Efeito da inclusão de erva-cidreira na ração de codornas sobre a cor da gema

Houve efeito significativo para índice de gema (Tabela 5) pela inclusão de *Lippia alba*, apresentando efeito ($P < 0,05$) linear decrescente ($y = -0,0201x + 0,4105$; $R^2 = 0,542$). De acordo com Genchev (2012), o índice de gema dos ovos frescos varia entre 0,38- 0,52, valores que são semelhantes aos que foram encontrados neste estudo, mostrando que a qualidade da gema não foi influenciada pelas dietas experimentais mesmo com a redução do índice de gema.

Houve efeito linear ($P < 0,05$) decrescente para porcentagem de albúmen ($y = -1,7508x + 54,121$; $R^2 = 0,903$) (Tabela 5). Possivelmente houve diminuição do albúmen pelo aumento de porcentagem da gema.

Houve efeito quadrático significativo ($P < 0,05$) para a Unidade Haugh ($y = -6,9398x^2 + 6,8775x + 91,871$; $R^2 = 0,885$), sendo possível estimar a exigência em 0,495%. Esse resultado era esperado, uma vez que o valor de unidades Haugh é obtido a partir de uma equação matemática que correlaciona o peso do ovo com altura do albúmen.

A Unidade Haugh é uma importante medida da qualidade interna dos ovos, e segundo USDA (2000), ovos acima de 72 possuem qualidade excelente e, no presente trabalho, todos os ovos mantiveram-se acima dessa faixa.

Para as variáveis Peso do ovo (g), Peso do albúmen (g), Altura da gema (mm), Peso da casca (g), Espessura da casca (mm), Gema (%), Casca (%) e Gravidade específica não houve efeito estatístico significativo.

Na Tabela 6 são apresentadas as médias dos valores relativos (%) de linfócitos, eosinófilos, heterófilos, monócitos, basófilos e relação heterófilos: linfócitos de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes concentrações de erva-cidreira na ração.

Conforme observado na Tabela 6, não houve diferenças significativas ($p > 0,05$), entre os tratamentos e coletas, para as variáveis heterófilos, linfócitos, monócitos, eosinófilos e relação heterófilo: linfócito.

Os resultados obtidos neste trabalho foram valores relativos de linfócitos inferiores à referência proposta por Thrall (2015), que descreve a faixa de normalidade de 50 % a 70 % de linfócitos para codornas. Este resultado, aparentemente, não possui relação com a inclusão de erva-cidreira na ração pois, os valores encontrados nos tratamentos com diferentes níveis não diferiram significativamente ($p < 0,05$) dos valores do tratamento controle.

Segundo Nordi (2007), o número de linfócitos diminui em aves nas condições de estresse, devido à liberação de corticosterona. Essas variações possivelmente ocorreram devido ao estresse por calor nos animais avaliados no presente estudo.

Similarmente, Porto et al. (2020), em pesquisa sobre codornas japonesas submetidas ao estresse crônico por calor, encontraram redução no número de linfócitos em codornas criadas em alta temperatura ambiente, concluindo que o estresse térmico por calor após 10 dias de idade pode causar imunossupressão.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os valores relativos de basófilos nos tratamentos, onde foram superiores aos valores de referência considerados por Thrall (2015) que considerou normais para a espécie a faixa entre 0% a 2%. Possivelmente, tal alteração não está relacionada à presença de erva-cidreira na ração, uma vez que os valores relativos de basófilos encontrados no grupo que recebeu a ração com maior nível de inclusão não difere significativamente ($p < 0,05$) dos encontrados nos animais que receberam a ração controle.

Os valores relativos de basófilos encontrados, no presente trabalho, podem ser atribuídos ao estresse durante a apreensão e coleta de sangue e em resposta às altas temperaturas durante o experimento.

Tabela 6 – Valores relativos (%) das variáveis leucocitárias e a relação heterófilo:linfócito de codornas japonesas alimentadas com dietas contendo diferentes concentrações de erva-cidreira na ração.

Variáveis leucocitárias	Coleta	Níveis			
		0%	0,3%	0,6%	0,9%
Heterófilos %	1	39 ± 1,08	47,75 ± 5,09	39,75 ± 3,17	40 ± 1,22
	2	42 ± 0,91	43,25 ± 1,49	40,25 ± 1,44	41,25 ± 2,5
	Médias	40,5 ± 0,87	45,5 ± 2,6	40 ± 1,61	40,62 ± 1,31
Linfócitos%	1	50,25 ± 1,89	44 ± 4,38	47,5 ± 2,18	48,5 ± 1,66
	2	47,75 ± 0,75	49 ± 0,41	48,75 ± 1,49	48,75 ± 2,5
	Médias	49 ± 1,05	46,5 ± 2,24	48,12 ± 1,25	48,62 ± 1,39
Monócitos%	1	2,25 ± 0,48	1,25 ± 0,48	2 ± 0,41	2,75 ± 0,63
	2	3,75 ± 0,63	2,75 ± 0,63	3,75 ± 0,48	2,75 ± 1,18
	Médias	3 ± 0,46	2 ± 0,46	2,88 ± 0,44	2,75 ± 0,62
Basófilos %	1	3 ± 0,71	2,25 ± 0,63	3 ± 0,91	4,75 ± 0,25
	2	3,5 ± 0,87	2 ± 0,41	3,75 ± 0,85	3,75 ± 1,03
	Médias	3,25 ± 0,53 ^{AB}	2,12 ± 0,35 ^B	3,38 ± 0,6 ^{AB}	4,25 ± 0,53 ^A
Eosinófilos %^a	1	15,75 ± 9,72	4,75 ± 0,75	7,75 ± 5,09	4 ± 0,41
	2	2,5 ± 0,5	3,25 ± 0,25	3,5 ± 1,19	3,5 ± 0,96
	Médias	9,12 ± 5,15	4 ± 0,46	5,62 ± 2,55	3,75 ± 0,49
Relação heterófilo:linfócito^b	1	0,78 ± 0,04	1,17 ± 0,29	0,83 ± 0,04	0,83 ± 0,05
	2	0,88 ± 0,03	0,88 ± 0,04	0,83 ± 0,05	0,86 ± 0,08
	Médias	0,83 ± 0,03	1,03 ± 0,14	0,83 ± 0,03	0,84 ± 0,05

^a - Médias originais, contudo a análise de variância ocorreu com dados transformados empregando a transformada de Box-Cox com parâmetro Lambda igual a -0,55, para correção de não normalidade dos resíduos,

^b - Médias originais, contudo a análise de variância ocorreu com dados transformados empregando a transformada de Box-Cox com parâmetro Lambda igual a -2, para correção da heterocedasticidade, A, B – Letras maiúsculas diferentes na mesma linha, representam diferença significativa (p<0,05), para os tratamentos.

De acordo Thrall (2015) a função dos basófilos nas aves não é bem conhecida. Acredita-se que esses participam das reações inflamatórias agudas e de hipersensibilidade tipo IV. Contudo, segundo Kokosharov (1998) e Davis et al. (2008), em aves, os basófilos podem sofrer aumento em condições de estresse severo, tensão aguda ou prolongada e em resposta a processos tóxicos e septicêmicos.

Rosa et al. (2011) avaliando os níveis de estresse em codornas durante os ciclos de produção com diferentes temperaturas, por meio das alterações no leucograma e da relação heterófilo: linfócito; não correlacionaram a basofilia ao estresse térmico durante o experimento, porém a maior temperatura à que as aves foram submetidas foi de 25,5 °C.

Apesar da relação heterófilo:linfócito ser considerada o indicador mais sensível de estresse em aves (DAVIS et al. 2008), a heteropenia e basofilia podem ocorrer durante o estresse severo, de acordo com Maxwell (1993). Neste estudo, a basofilia foi observada em todos os tratamentos.

Os valores relativos das demais células leucocitárias encontram-se dentro dos valores de referência descritos por Thrall (2015).

No presente estudo, as médias para relação heterófilos: linfócitos de todos os tratamentos extrapolaram os valores de referência que indicam estresse alto. Tal achado não parece ter relação com a inclusão de erva-cidreira na dieta pois, não houve diferenças significativas ($p < 0,05$) em relação ao tratamento controle.

Em contrapartida, Nazar et al. (2019), relataram que a suplementação com timol na dieta de codornas japonesas submetidas ao estresse por calor influenciou de forma positiva na relação H:L (heterófilos:linfócitos). Essa melhora se deu devido à ação antioxidante e imunoestimulante do timol.

No presente estudo, a relação heterófilo:linfócito encontrou-se aumentada, revelando que o ambiente não era favorável ao bem-estar dessas aves. Apesar do resultado encontrado, as aves não demonstraram sinais clínicos que indicassem doenças e apresentaram índices produtivos acima de 84% para todos os tratamentos. Possivelmente, o aumento ocorreu como resposta ao estresse por calor.

Porto et al. 2020, corroborando com o presente estudo, encontraram maiores médias para relação heterófilos: linfócitos em codornas submetidas a criação sob estresse por calor. Os autores afirmaram que o estresse por calor, a partir dos 20 dias, promove redução no peso absoluto do

fígado, do coração, da bolsa cloacal e na área dos folículos bursais, além de heterofilia, linfopenia e aumento da relação heterofilo: linfócito.

4 CONCLUSÕES

A inclusão de erva-cidreira (*Lippia alba*), como aditivo fitogênico, em até 0,9% na dieta de codornas japonesas em fase de postura, melhorou a conversão alimentar por dúzia de ovos e a cor da gema.

A adição de erva-cidreira desidratada, como aditivo fitogênico na ração, até a concentração de 0,9%, não influenciou a contagem diferencial de linfócitos e a relação heterofilos:linfócitos de codornas japonesas em postura criadas no semiárido.

A basofilia, a linfopenia e a relação heterófilos:linfócitos nos tratamentos permitiram concluir que existiu aumento dos níveis de estresse em codornas japonesas mantidas em temperatura ambiente no semiárido.

Recomenda-se a utilização de 0,5% de erva-cidreira desidratada como aditivo fitogênico na dieta de codornas japonesas em fase de postura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem imensamente à Universidade Federal de Campina Grande, à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao Instituto Federal da Paraíba.

REFERÊNCIAS

BUFFINGTON, D. E., et al. Black globe humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. **Trans. ASAE**, v. 24, p. 711-714, 1981.

CULLERE, M., et al. (2018). 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. <https://doi.org/10.1017/S1751731117001860>.

DAVIS, A. K., MANEY, D. L., & MAERZ, J. C. The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: A review for ecologists. **Functional Ecology**, 22(5), 760–772, 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2008.01467.x>

FERNANDES, R., et al. (2015). Aditivos fitogênicos na alimentação de frangos de corte: óleos essenciais e especiarias. **PubVet**, v.9, n.12, p. 526–535, 2015. <https://doi.org/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. <https://doi.org/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**, 11(2), 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. <https://doi.org/10.7868/s0869565214270292>

HE, X., et al. Effect of Supplemental Oregano Essential Oils in Diets on Production Performance and Relatively Intestinal Parameters of Laying Hens. **American Journal of Molecular Biology**, 07(01), 73–85, 2017. <https://doi.org/10.4236/ajmb.2017.71006>

INMET— Instituto Nacional de Meteorologia. (2010). Brasília/DF. 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.

MACHADO, T. F., et al. The antimicrobial efficacy of *Lippia alba* essential oil and its interaction with food ingredients. **Brazilian Journal of Microbiology**, 45(2), 699–705, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822014000200045>

MADHUPRIYA, V., Phyto feed additives in poultry nutrition: A review. **Int. J. Sci. Environ. Technol.**, 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. <https://doi.org/10.1079/WPS19930004>

NAZAR, F. N., VIDELA, E. A., & MARIN, R. H. 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. <https://doi.org/10.1017/S175173111800157X>

NEMATİ, Z., et al. Impact of ginger root powder dietary supplement on productive performance, egg quality, antioxidant status and blood parameters in laying japanese quails. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.18, n. 6, p. 1–13, 2021. <https://doi.org/10.3390/ijerph18062995>

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.

PEIXOTO, M. G., et al. Acaricidal activity of essential oils from *Lippia alba* genotypes and its major components carvone, limonene, and citral against *Rhipicephalus microplus*. **Veterinary Parasitology**, v. 210, p. 118–122, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.03.010>

PORTO, M. L., et al. 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. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11132>

RAMIREZ, S. Y., et al. Effects of oregano (*Lippia origanoides*) essential oil supplementation on the performance, egg quality, and intestinal morphometry of Isa Brown laying hens. **Veterinary World**, v.14, n. 3, p. 595–602, 2021. <https://doi.org/10.14202/VETWORLD.2021.595-602>

ROSA, G., et al. Perfil hematológico de codornas japonesas (*Coturnix japonica*) sob estresse térmico. Blood profile of japanese quail (*Coturnix japonica*) under thermal stress. **Ciência Rural**, v. 41, n. 9, 1605–1610, 2011.

Santos, T. S. et al. (2019). The use of cinnamon powder in the diet of Japanese laying quail. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, 41(1), 1–7.

SAS. (2011). *SAS/STAT 9.3 User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute Inc. 8621.

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. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000400008>

SILVA, F. H. A. **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)**. Jaboticabal, SP: Funep, 2009.

SILVA, D.J., & QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos (3)**, Viçosa, MG: UFV, 2002.

SOUZA, A. V., et al. Influence of fennel in Japanese quail diet over egg quality and behavior aspects. **B. Industr. Anim.**, v. 77, p. 1-13, 2020.

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.

THRALL, M.A. **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. 2. Roca, São Paulo, 678, 2015.

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

TREVISAN, M. T. S., et al. Composition of essential oils and ethanol extracts of the leaves of *Lippia* species: Identification, quantitation and antioxidant capacity. **Records of Natural Products**, v. 10, n. 4, p. 485–496, 2016.

USDA - United States Department of Agriculture. (2000). *Egg-Grading Manual*. Agricultural Handbook. 75.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Egg-grading manual**. Washington, DC: United States Department of Agriculture, Agricultural Handbook, n.75, 2000.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.

Washington: USDA, 56. Disponível em: <https://www.ams.usda.gov/grades-standards/egg-grading-manual>.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Egg-grading manual**. Washington: USDA, 2000. 56 p. Disponível em: <https://www.ams.usda.gov/grades-standards/egg-grading-manual>. Acesso em: 16 mar. 2026.

WEN, C. *et al.* Effects of ginger extract on laying performance, egg quality, and antioxidant status of laying hens. **Animals**, v. 9, n. 11, p. 1–9, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani9110857>

XAVIER, H. P. F. *et al.* Utilization of guava extract as additive antioxidant in diets of Japanese quail breeders (*Coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 21, p. 1–10, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402121122020>