

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI – MG
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

ELEM AMANDA ANUNCIAÇÃO

**DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DOS OVOS DE CODORNAS
JAPONESAS ALIMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE COLINA NA DIETA**

SÃO JOÃO DEL-REI – MG

2026

ELEM AMANDA ANUNCIAÇÃO

**DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DOS OVOS DE CODORNAS
JAPONESAS ALIMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE COLINA NA DIETA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Zootecnia da Universidade Federal de São
João del-Rei - Campus Tancredo de
Almeida Neves, como parte das exigências
para a obtenção do diploma de Bacharel
em Zootecnia.

Orientador (a): Profa. Dra. Renata de
Souza Reis

SÃO JOÃO DEL-REI – MG

2026

ELEM AMANDA ANUNCIAÇÃO

DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DOS OVOS DE CODORNAS
JAPONESAS ALIMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE COLINA NA DIETA

Defesa Aprovada pela Comissão Examinadora em: 10/07/2026

Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **RENATA DE SOUZA REIS**
Data: 15/07/2026 09:39:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Renata de Souza Reis

Documento assinado digitalmente
 **ALEXANDRE DE OLIVEIRA TEIXEIRA**
Data: 14/07/2026 15:18:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Alexandre Teixeira de Oliveira

Documento assinado digitalmente
 **SERGIO GUALBERTO MARTINS**
Data: 14/07/2026 17:01:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Sérgio Gualberto Martins

AGRADECIMENTOS

Antes de qualquer coisa, agradeço a Deus e a espiritualidade por me permitir chegar até aqui e conseguir conquistar coisas que jamais imaginei. Com certeza a criança que habita em mim está muito orgulhosa do que eu me tornei. A Zootecnia com certeza foi tudo que eu sempre quis e me sinto realizada por estar concluindo esse curso.

Agradeço ao meu pai, Erlem Márcio, por desde cedo me ensinar a amar os animais, a natureza e sempre me estimular a estudar, lembro da primeira vez que disse que iria fazer Zootecnia e seus olhos brilharam como nunca, com a sensação de conseguir proporcionar algo que com certeza foge da realidade de onde ele veio, com certeza isso me serviu de inspiração e eu nunca me esquecerei de todo o seu apoio.

Agradeço à minha mãe Cintia, que sempre foi a base da nossa família, por nunca ter me desamparado nem soltado a minha mão. Sempre me apoia em qualquer coisa que eu faça, me dá bons conselhos e nunca descredita de mim, obrigada, mãe!

Agradeço aos meus irmãos, Naira e Manoel. Minha irmã que cresceu junto comigo e me acompanhou em todas as fases, sempre me fazendo companhia e sempre orgulhosa de mim. Ao meu irmão, que mesmo tão novo me trouxe tanta alegria e vontade de viver, eu te amo muito!

Agradeço à minha família em geral, por todo apoio durante esse tempo. Com vocês tudo se torna mais leve e especial.

Claudinei, meu namorado, te agradeço por sempre me apoiar, me mostrando que eu sou capaz de realizar todos os meus sonhos e que sempre estará do meu lado aplaudindo todos eles, muito obrigada!

Alice, minha companheira de curso e minha irmã de alma: obrigada, amiga, por sempre caminhar comigo e por tornar essa jornada mais alegre, leve e feliz. Sem sua companhia e apoio em todas as situações nada disso seria possível.

Por fim, agradeço aos meus colegas de curso, especialmente ao Gabriel, vocês tornaram essa jornada mais leve e divertida. Agradeço também a Universidade Federal de São João Del-Rei por todo suporte, aos meus professores pela amizade e ensinamento, e em especial aos meus orientadores Alexandre Teixeira e Renata Reis, pelas conversas, pelo conhecimento compartilhado e por terem confiado em mim.

RESUMO

A coturnicultura no Brasil tem apresentado um crescimento constante, consolidando-se como uma atividade econômica relevante devido ao baixo custo de produção e ao elevado valor nutricional dos ovos. Para garantir a eficiência produtiva, a nutrição adequada é fundamental, destacando-se a colina como um nutriente essencial que atua na integridade das membranas celulares, na doação de grupos metil e no metabolismo lipídico. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho zootécnico e a qualidade dos ovos de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) submetidas a diferentes níveis de suplementação de colina na dieta. O experimento foi realizado no Laboratório de Experimentação e Metabolismo Animal (LEMA/UFSJ), com duração de 42 dias, utilizando 192 codornas distribuídas em delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos consistiram em quatro níveis de inclusão de cloreto de colina 60%: 0, 100, 200 e 300 mg/kg, com seis repetições de oito aves cada. Foram avaliados os parâmetros de desempenho zootécnico (consumo de ração, taxa de postura, peso médio dos ovos, massa de ovos e conversão alimentar por massa de ovos) e de qualidade dos ovos (gravidade específica e peso e porcentagem da gema, do albúmen e da casca). Os resultados demonstraram que não houve efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de suplementação sobre nenhuma das variáveis avaliadas. Conclui-se que a suplementação com cloreto de colina 60% nos níveis de 0, 100, 200 e 300 mg/kg de ração não influencia o desempenho produtivo nem a qualidade dos ovos de codornas japonesas em fase de postura.

Palavras-chave: metabolismo lipídico; grupos metil; qualidade dos ovos; nutrição animal.

ABSTRACT

Quail farming in Brazil has shown steady growth, becoming an economically important activity due to its low production costs and the high nutritional value of quail eggs. To ensure productive efficiency, adequate nutrition is essential, with choline standing out as an important nutrient involved in maintaining cell membrane integrity, methyl group donation, and lipid metabolism. This study aimed to evaluate the productive performance and egg quality of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) fed diets supplemented with different levels of choline. The experiment was conducted at the Laboratory of Animal Experimentation and Metabolism (LEMA/UFSJ) over a period of 42 days, using 192 Japanese quails distributed in a completely randomized design. The treatments consisted of four dietary inclusion levels of 60% choline chloride (0, 100, 200, and 300 mg/kg), with six replicates of eight birds each. The evaluated performance parameters included feed intake, laying rate, average egg weight, egg mass, and feed conversion per egg mass. Egg quality was assessed based on specific gravity, as well as yolk, albumen, and eggshell weight and percentage. The results showed no significant effect ($P > 0.05$) of choline supplementation on any of the evaluated variables. It was concluded that dietary supplementation with 60% choline chloride at levels of 0, 100, 200, and 300 mg/kg does not influence productive performance or egg quality in Japanese quails during the laying phase.

Keywords: lipid metabolism; methyl groups; egg quality; animal nutrition.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composições percentuais e calculadas das dietas do experimento, na matéria seca	19
Tabela 2 - Valores de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (UR), registradas no galpão experimental.....	22
Tabela 3 - Média dos parâmetros de desempenho de codornas japonesas em postura alimentadas com ração contendo diferentes níveis colina.....	22
Tabela 4 - Média dos parâmetros de qualidade de ovos de codornas japonesas em postura alimentadas com ração contendo diferentes níveis de colina.....	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 PANORAMA DA COTURNICULTURA	10
2.2 NUTRIÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS EM FASE DE POSTURA.....	11
2.3 METABOLISMO E FUNÇÕES DA COLINA NA NUTRIÇÃO DE AVES.....	12
2.4 SUPLEMENTAÇÃO DE COLINA E DESEMPENHO PRODUTIVO DE CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA.....	14
2.5 SUPLEMENTAÇÃO DE COLINA E QUALIDADE DOS OVOS	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1 PARÂMETROS DE DESEMPENHO DAS AVES	22
4.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE DOS OVOS.....	23
5 CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira é um dos segmentos mais dinâmicos do agronegócio nacional, destacando-se não apenas pela produção de frangos de corte, mas também pela diversificação em atividades como a coturnicultura. Nos últimos anos, a criação de codornas tem despertado crescente interesse entre os produtores em razão de seu potencial produtivo, do rápido retorno econômico, da elevada eficiência alimentar e da crescente demanda por ovos e carne no mercado consumidor.

A coturnicultura consolidou-se como uma importante alternativa para pequenos, médios e grandes produtores, em virtude do baixo investimento inicial, da reduzida necessidade de espaço físico, da precocidade sexual das aves e da elevada capacidade produtiva. A modernização dos sistemas de criação, associada aos avanços em genética, manejo, sanidade e nutrição, contribuiu significativamente para o aumento da produtividade e da qualidade dos produtos obtidos.

Nesse contexto, a nutrição assume papel fundamental, uma vez que a formulação adequada das dietas é essencial para atender às exigências fisiológicas das aves, maximizar o desempenho produtivo e garantir a qualidade dos ovos. Além disso, uma alimentação equilibrada contribui para o uso mais eficiente dos nutrientes, favorecendo a sustentabilidade dos sistemas de produção e a viabilidade econômica da atividade.

Entre os nutrientes de interesse para a nutrição de aves de postura, destaca-se a colina, considerada um composto essencial por desempenhar importantes funções metabólicas. A colina atua como precursora da acetilcolina, neurotransmissor envolvido na transmissão dos impulsos nervosos, e da fosfatidilcolina, um dos principais constituintes das membranas celulares. Além disso, participa do metabolismo lipídico e atua como doadora de grupos metil, desempenhando papel importante na síntese e no transporte de lipídios, especialmente durante a formação da gema dos ovos.

Embora as aves sejam capazes de sintetizar colina endogenamente, essa produção nem sempre é suficiente para atender às exigências metabólicas, principalmente em fases de elevada atividade produtiva. A disponibilidade desse nutriente na dieta pode ser influenciada pela composição dos ingredientes e pela interação com outros compostos envolvidos no metabolismo de grupos metil, como a metionina, o ácido fólico e a vitamina B12.

A deficiência de colina pode comprometer o metabolismo lipídico, favorecendo o acúmulo de gordura no fígado, além de afetar negativamente o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos. Por outro lado, quando as dietas são adequadamente balanceadas, especialmente quanto aos aminoácidos sulfurados e demais nutrientes relacionados ao metabolismo de grupos metil, a suplementação adicional de colina pode não proporcionar benefícios produtivos, tornando necessária a realização de estudos que permitam estabelecer recomendações nutricionais mais precisas para codornas japonesas em postura.

Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho zootécnico e a qualidade dos ovos de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) submetidas a diferentes níveis de suplementação de cloreto de colina na dieta, contribuindo para o entendimento da influência desse nutriente sobre o desempenho produtivo e para o aprimoramento das estratégias de formulação de rações destinadas à coturnicultura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PANORAMA DA COTURNICULTURA

A coturnicultura é uma atividade que vem apresentando crescimento significativo no cenário avícola brasileiro, impulsionada pela crescente demanda por alimentos de origem animal e pela busca por sistemas produtivos mais eficientes e rentáveis. A criação de codornas destaca-se por características zootécnicas favoráveis, como baixo investimento inicial, rápido retorno econômico, elevada produtividade, reduzida necessidade de espaço físico e alta eficiência alimentar, tornando-se uma alternativa viável para pequenos, médios e grandes produtores (SILVA et al., 2018).

Nas últimas décadas, a atividade passou por um processo de modernização, com a adoção de sistemas intensivos de produção, avanços no melhoramento genético e aperfeiçoamento das práticas de manejo, fatores que contribuíram para o aumento da produtividade e para a consolidação da coturnicultura como um importante segmento da avicultura brasileira (MENDES et al., 2020).

As codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) são as aves mais utilizadas para a produção de ovos devido à elevada capacidade produtiva, precocidade sexual e adaptação aos sistemas intensivos de criação. Em condições

adequadas de manejo, essas aves iniciam a postura entre a quinta e a sétima semana de idade e podem manter elevados índices de produção ao longo do ciclo produtivo (BERTECHINI, 2006).

De acordo com a Pesquisa da Pecuária Municipal, divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil produziu aproximadamente 265 milhões de dúzias de ovos de codorna em 2024, evidenciando a importância econômica da atividade no país. O estado de São Paulo permaneceu como o principal produtor nacional, concentrando a maior parcela da produção brasileira, seguido por estados como Espírito Santo e Minas Gerais, demonstrando a expansão e a consolidação da coturnicultura em diferentes regiões do território nacional (IBGE, 2025).

A cadeia produtiva da coturnicultura envolve desde a produção de pintainhos até a comercialização de ovos e carne, gerando empregos diretos e indiretos e contribuindo para a diversificação da renda de pequenos, médios e grandes produtores. O curto ciclo produtivo das codornas, aliado à elevada taxa de postura e à eficiência produtiva, proporciona retorno econômico em menor período quando comparado a outras atividades pecuárias, tornando a atividade uma alternativa competitiva para diferentes sistemas de produção (MENDES et al., 2020; SILVA et al., 2018).

Diante desse cenário, a coturnicultura consolida-se como uma atividade estratégica para a avicultura brasileira, apresentando perspectivas favoráveis de crescimento em função da crescente demanda por seus produtos, da adoção de tecnologias voltadas ao aumento da eficiência produtiva e da busca por sistemas de produção cada vez mais sustentáveis e competitivos.

2.2 NUTRIÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS EM FASE DE POSTURA

A nutrição é um dos principais fatores que influenciam o desempenho produtivo e qualidade de ovos das codornas japonesas, tornando a formulação adequada das dietas essencial para atender às exigências nutricionais das aves e garantir a eficiência dos sistemas de produção.

Durante a fase de postura, as codornas japonesas apresentam elevada demanda metabólica em função da intensa produção de ovos. A formação do ovo requer elevado aporte de nutrientes, especialmente energia, proteína, aminoácidos, vitaminas e minerais. O fornecimento inadequado desses nutrientes pode

comprometer a produção, reduzir a eficiência alimentar e afetar negativamente a qualidade interna e externa dos ovos (MACARI; GONZALES, 2008).

As exigências nutricionais das codornas variam de acordo com fatores como idade, linhagem, condições ambientais e nível de produção. Nesse contexto, a formulação das dietas deve considerar as recomendações nutricionais específicas para a espécie, de modo a atender às exigências fisiológicas e metabólicas das aves e evitar prejuízos decorrentes de desequilíbrios nutricionais.

De acordo com as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, as exigências nutricionais de codornas japonesas em postura variam conforme o peso corporal e a massa de ovo produzida. Para aves com peso médio de 186g e consumo diário de aproximadamente 25,4 g de ração, recomenda-se energia metabolizável de 2.850 kcal/kg, proteína bruta de 18,0% e lisina digestível de 0,993% (ROSTAGNO et al., 2024).

Embora as exigências de energia, proteína, aminoácidos, vitaminas e minerais estejam bem estabelecidas para codornas japonesas em postura, alguns nutrientes envolvidos em processos metabólicos específicos, como a colina, ainda apresentam recomendações limitadas e resultados divergentes quanto à necessidade de suplementação.

2.3 METABOLISMO E FUNÇÕES DA COLINA NA NUTRIÇÃO DE AVES

A colina é um nutriente essencial para as aves, desempenhando funções fundamentais no metabolismo intermediário e na manutenção da homeostase celular. Embora frequentemente associada às vitaminas do complexo B, é considerada uma "quase-vitamina", pois suas exigências e sua síntese endógena são mais elevadas do que as das vitaminas do complexo B tradicionais. As aves apresentam uma capacidade limitada de síntese endógena de colina, o que torna sua suplementação dietética particularmente importante em sistemas de produção intensiva (BALCHEM, 2024).

A síntese endógena de colina ocorre predominantemente no fígado, por meio da metilação da fosfatidiletanolamina, reação dependente da disponibilidade de grupos metil provenientes da metionina. No entanto, a quantidade produzida pelo organismo geralmente não é suficiente para atender às exigências metabólicas de aves em produção intensiva, tornando necessária sua obtenção por meio da dieta (BERTECHINI, 2006). Estudos recentes têm demonstrado que a colina também atua

na regulação epigenética, influenciando a metilação do DNA e a expressão gênica, o que afeta diretamente o desenvolvimento folicular e a persistência da postura em aves (LIU et al., 2025).

No organismo animal, a colina pode ser encontrada sob diferentes formas químicas, incluindo colina livre, fosfocolina, acetilcolina, glicerofosfocolina e fosfatidilcolina. Esta última constitui um dos principais componentes estruturais das membranas celulares, contribuindo para a manutenção da integridade e da funcionalidade das células (McDOWELL, 2000). Além disso, a colina atua como precursora da acetilcolina, neurotransmissor responsável pela transmissão dos impulsos nervosos, e da betaína, importante doadora de grupos metil em diversas reações metabólicas (BALCHEM, 2024).

A principal função da colina em aves está relacionada ao metabolismo lipídico. Esse nutriente participa da síntese de fosfolipídios e lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), responsáveis pelo transporte de lipídios produzidos no fígado para os tecidos periféricos (BERTECHINI, 2006). Durante a fase de postura, o fígado desempenha papel central na síntese de lipídios destinados à formação da gema dos ovos. Para que esse processo ocorra adequadamente, é necessária a formação de VLDL, cuja síntese depende da disponibilidade de fosfatidilcolina (MACARI; GONZALES, 2008). A deficiência de colina compromete a síntese e a secreção das VLDL, favorecendo o acúmulo de triglicerídeos no fígado e predispondo as aves à esteatose hepática, condição que pode resultar em redução do desempenho produtivo e comprometimento da qualidade dos ovos (McDOWELL, 2000; POULTRY TRENDS, 2025).

As exigências nutricionais de colina podem ser influenciadas pela composição da dieta e pela disponibilidade de outros nutrientes envolvidos no metabolismo de grupos metil, especialmente a metionina e a betaína. A interrelação entre aminoácidos sulfurados, betaína e colina é bastante evidente, haja vista a grande participação desses elementos como doadores de grupos metil para diversas reações no organismo das aves (McDOWELL, 2000). A metionina pode contribuir para a síntese endógena de colina, de modo que dietas adequadamente balanceadas em aminoácidos sulfurados podem reduzir a necessidade de suplementação adicional desse nutriente (McDOWELL, 2000).

Além da metionina, outros nutrientes, como ácido fólico e vitamina B12, participam de vias metabólicas relacionadas à transferência de grupos metil,

influenciando as exigências nutricionais de colina (McDOWELL, 2000). Essas interações metabólicas podem explicar a variabilidade dos resultados observados em estudos que avaliam a suplementação desse nutriente em aves de postura.

No contexto da coturnicultura brasileira, as dietas são frequentemente formuladas à base de milho e farelo de soja. O milho apresenta baixa concentração de colina (aproximadamente 600 mg/kg), enquanto o farelo de soja possui teores moderados (cerca de 2.800 mg/kg). Contudo, parte da colina presente nos ingredientes vegetais encontra-se na forma de fosfatidilcolina, cuja biodisponibilidade para as aves pode ser limitada, o que justifica a suplementação com cloreto de colina em determinadas situações (BERTECHINI, 2006).

2.4 SUPLEMENTAÇÃO DE COLINA E DESEMPENHO PRODUTIVO DE CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA

A adequada disponibilidade de colina é essencial para a manutenção da eficiência produtiva de codornas japonesas em postura, uma vez que esse nutriente participa de processos fisiológicos relacionados à formação dos ovos, à saúde hepática e ao metabolismo lipídico (BERTECHINI, 2006).

A deficiência de colina pode resultar em redução da produção de ovos, piora da conversão alimentar e acúmulo excessivo de gordura no fígado, predispondo as aves à esteatose hepática e comprometendo o desempenho produtivo (McDOWELL, 2000). Nesse sentido, a suplementação dietética tem sido investigada como estratégia para atender às demandas metabólicas das aves em alta produção.

Apesar da importância fisiológica da colina, os resultados obtidos em pesquisas sobre sua suplementação para codornas japonesas em postura ainda são divergentes. Em um estudo com codornas japonesas em postura, Macari e Gonzales (2008) observaram respostas positivas à suplementação de colina, especialmente em situações de estresse térmico ou quando as dietas apresentavam baixa disponibilidade do nutriente. Os autores sugeriram que a exigência de colina pode ser aumentada em condições adversas, tornando a suplementação benéfica para a manutenção da produtividade.

Resultados semelhantes foram encontrados por Castro et al. (2011), que avaliaram níveis de 0, 200, 400 e 600 mg/kg de cloreto de colina em dietas para codornas japonesas em postura e observaram que a suplementação não influenciou significativamente o desempenho das aves, reforçando a hipótese de que a síntese

endógena do nutriente é suficiente para atender às demandas metabólicas quando as dietas são adequadamente balanceadas em aminoácidos sulfurados.

Reis et al. (2012) também avaliaram diferentes níveis de suplementação de cloreto de colina (0, 500, 1.000 e 1.500 mg/kg) em dietas para codornas japonesas em postura e observaram que a inclusão desse nutriente não influenciou significativamente o consumo de ração, a produção de ovos, o peso dos ovos e a conversão alimentar. Os autores sugerem que dietas adequadamente balanceadas podem fornecer quantidades suficientes de colina para atender às exigências metabólicas das aves, tornando desnecessária a suplementação adicional em determinadas condições de criação.

Cortés-Cuevas et al. (2020) avaliaram os efeitos da suplementação de colina sobre o desempenho produtivo de codornas japonesas e observaram que a exigência de colina pode ser aumentada em condições de estresse térmico, tornando a suplementação uma estratégia potencialmente benéfica para manter a produtividade em regiões de clima quente.

Yang et al. (2022) avaliaram a suplementação de colina em codornas de postura submetidas a estresse térmico e observaram que a inclusão do nutriente atenuou os efeitos negativos das altas temperaturas, melhorando a eficiência da síntese de lipoproteínas e reduzindo o acúmulo de gordura hepática.

Wu et al. (2019), em revisão sobre o papel da colina na nutrição e metabolismo de aves, destacaram que a colina atua como precursora da betaína, um osmólito orgânico que auxilia na manutenção do equilíbrio hídrico celular e na proteção contra danos oxidativos induzidos pelo calor.

Essas divergências entre os estudos podem ser atribuídas a fatores como composição da dieta base, idade das aves, nível produtivo e condições ambientais, o que dificulta o estabelecimento de recomendações uniformes.

Além dos fatores já mencionados, o estresse térmico é um dos principais desafios enfrentados pela avicultura em regiões tropicais e subtropicais, como grande parte do território brasileiro. Quando as aves são submetidas a temperaturas elevadas, ocorrem alterações fisiológicas que comprometem o desempenho produtivo, a qualidade dos ovos e a saúde geral do plantel (MACARI; GONZALES, 2008).

Neste cenário, a colina tem despertado interesse devido ao seu papel na integridade das membranas celulares e na regulação do metabolismo lipídico. Embora

os mecanismos ainda não estejam completamente elucidados, evidências sugerem que a exigência de colina pode ser aumentada em condições de estresse térmico, tornando a suplementação uma estratégia potencialmente benéfica para manter a produtividade em regiões de clima quente (YANG et al., 2022; CORTÉS-CUEVAS et al., 2020).

Diante da escassez de estudos específicos com codornas japonesas e da variabilidade dos resultados encontrados na literatura para outras aves de postura, justifica-se a realização de novas pesquisas que avaliem os efeitos da suplementação de colina sobre o desempenho produtivo, especialmente em condições tropicais e com dietas à base de milho e farelo de soja. Tais investigações contribuirão para a atualização das exigências nutricionais e para o desenvolvimento de estratégias alimentares mais eficientes e economicamente viáveis para a coturnicultura brasileira.

2.5 SUPLEMENTAÇÃO DE COLINA E QUALIDADE DOS OVOS

A qualidade dos ovos é um fator determinante para a aceitação do produto pelo mercado consumidor e para a rentabilidade do sistema produtivo. Parâmetros como peso do ovo, percentual de gema, albúmen e casca, além da gravidade específica, são frequentemente utilizados como indicadores de qualidade interna e externa (FREITAS et al., 2021).

A gema é composta por aproximadamente 33% de lipídios, dos quais uma parcela significativa é constituída por fosfolipídios, especialmente fosfatidilcolina (MACARI; GONZALES, 2008). A disponibilidade adequada de colina na dieta das aves é essencial para a síntese desses compostos, que afetam diretamente a estrutura e a estabilidade da gema. Estudos indicam que a suplementação de colina pode melhorar o peso da gema, a coloração e a integridade da membrana vitelínica, embora os resultados sejam variáveis e dependam das condições experimentais (McDOWELL, 2000).

A gravidade específica está diretamente relacionada à espessura e à porosidade da casca, influenciando a conservação e a resistência dos ovos durante o manuseio e o transporte. Alterações na composição da dieta, incluindo a suplementação de nutrientes como a colina, podem afetar esses parâmetros, razão pela qual sua avaliação é essencial em estudos nutricionais com aves de postura (MACARI; GONZALES, 2008).

Cortés-Cuevas et al. (2020) investigaram os efeitos da suplementação de colina sobre a qualidade de ovos de codornas japonesas e observaram que a inclusão de colina na dieta melhorou a gravidade específica e a espessura da casca, especialmente em condições de estresse térmico. Esses resultados sugerem que a colina pode atuar na integridade da casca, possivelmente por meio da síntese de fosfolipídios essenciais para a formação da membrana da casca. No entanto, Reis et al. (2012) não observaram efeitos significativos da suplementação de colina sobre os componentes dos ovos de codornas japonesas, incluindo percentuais de gema, albúmen e casca, bem como a gravidade específica. Zhang et al. (2020) avaliaram os efeitos da colina sobre o metabolismo lipídico e a qualidade de ovos em codornas de postura e observaram que a suplementação com 1.500 mg/kg de colina melhorou significativamente o peso da gema, indicando que a colina pode influenciar positivamente a qualidade interna dos ovos.

Esses resultados divergentes podem ser atribuídos a diferenças nas condições experimentais, como a composição da dieta basal, a idade das aves e as condições ambientais. Diante da variabilidade dos resultados encontrados na literatura e da escassez de estudos específicos com codornas japonesas, novas pesquisas são necessárias para estabelecer com maior precisão as exigências de colina para a qualidade de ovos, especialmente em condições tropicais e com dietas à base de milho e farelo de soja.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Experimentação e Metabolismo Animal (LEMA), do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), em Minas Gerais, sendo todos os procedimentos experimentais previamente aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da instituição, sob o protocolo nº 4077220425.

O experimento teve duração de 42 dias, sendo utilizado um plantel de 192 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) com aproximadamente 43 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, composto por quatro tratamentos com seis repetições de oito aves cada.

Os tratamentos experimentais consistiram em um grupo controle sem suplementação adicional de cloreto de colina (60%) e três níveis de suplementação (100, 200 e 300 mg/kg de ração).

Tratamento 1: Ração sem inclusão de cloreto de colina (60%) – controle.

Tratamento 2: Ração com 100 mg/kg de cloreto de colina (60%).

Tratamento 3: Ração com 200 mg/kg de cloreto de colina (60%).

Tratamento 4: Ração com 300 mg/kg de cloreto de colina (60%).

Neste trabalho, o cloreto de colina foi utilizado como fonte de colina na forma comercial de cloreto de colina 60%. Esse composto contém 60% de colina em sua composição, sendo a concentração padrão utilizada para a formulação das dietas experimentais. Essa informação é importante porque permite compreender, de forma mais precisa, o quanto de colina as aves realmente receberam em cada tratamento, já que a quantidade adicionada na ração depende diretamente dessa fração presente no suplemento comercial utilizado.

Foi formulada uma ração (Tabela 1) para atender às exigências nutricionais das codornas, conforme as recomendações de Rostagno et al. (2017), uma vez que o experimento foi conduzido anteriormente à publicação da atualização das Tabelas Brasileiras para Suínos (ROSTAGNO et al., 2024), e a edição de 2017 era a referência mais atual e específica para a nutrição de codornas japonesas disponível no período de realização do experimento.

Tabela 1 - Composições percentuais e calculadas das dietas do experimento, na matéria seca.

Ingredientes (%)	Níveis de cloreto de colina (60%) (mg/kg)			
	0	100	200	300
Milho grão	54,600	54,600	54,600	54,600
Farelo de Soja (45%)	33,360	33,360	33,360	33,360
Foscálcio 19 Micro	1,225	1,225	1,225	1,225
Calcário	7,331	7,331	7,331	7,331
Sal comum	0,360	0,360	0,360	0,360
L-Lisina HCL	0,201	0,201	0,201	0,201
DL-Metionina	0,381	0,381	0,381	0,381
Óleo de soja	2,062	2,062	2,062	2,062
Min-aves	0,050	0,050	0,050	0,050
Vitcre-aves	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina (60%)	0,000	0,100	0,200	0,300
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte	0,370	0,270	0,170	0,070
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada				
E. metabolizável (kcal/kg)	2,800	2,800	2,800	2,800
Proteína Bruta (%)	19,83	19,83	19,83	19,83
Fósforo Disponível (%)	0,330	0,330	0,330	0,330
Fósforo Total	0,548	0,548	0,548	0,548
Cálcio (%)	3,160	3,160	3,160	3,160
Lisina digestível (%)	1,107	1,107	1,107	1,107
Met. + Cistina Dig. (%)	0,908	0,908	0,908	0,908
Metionina digestível(%)	0,644	0,644	0,644	0,644
Treonina Dig. (%)	0,669	0,669	0,669	0,669
Triptofano Dig. (%)	0,229	0,229	0,229	0,229
Sódio	0,155	0,155	0,155	0,155

Composição/kg de produto: Vit. A:12.000.000 U.I., Vit D3:3.600.000 U.I., Vit. E: 3.500 U.I., Vit B1 :2.500 mg, Vit B2: 8.000 mg, Vit B6:5.000 mg, Ácido pantotênico: 12.000 mg, Biotina: 200mg, Vit. K: 3.000 mg, Ácido fólico: 1.500mg, Ácido nicotínico: 40.000 mg, Vit. B12: 20.000 mg, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1.000g; 2 Composição/kg de produto: Mn: 160 g, Fe: 100g, Zn: 100g, Cu: 20g, Co: 2g, I: 2g, Veículo q.s.p.: 1000 g; 3 Butil-hidróxi-tolueno, BHT (99%).

A ração e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

As aves foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado, com as dimensões de 37,5 x 35 x 23 cm (largura x profundidade x altura), totalizando uma área total de 1312,5 cm²/gaiola, valor este considerado adequado para garantir conforto. Cada unidade experimental foi equipada com um comedouro tipo calha disposto frontalmente e bebedouro tipo nipple.

O programa de iluminação consistiu em 16 horas de luz diária (luz natural e luz artificial), controlado pelo timer, um relógio automático.

Foram avaliados os seguintes parâmetros:

a) Desempenho zootécnico — consumo de ração; produção de ovos por ave/dia e por ave alojada; produção de ovos comercializáveis; peso médio e massa dos ovos; conversão alimentar por massa de ovos.

b) Qualidade dos ovos — peso do ovo; gravidade específica; peso e porcentagem dos componentes: gema, albúmen e casca.

A mensuração de cada parâmetro foi realizada a cada 7 dias, segundo a descrição a seguir:

As sobras e os desperdícios foram pesados e descontados da quantidade de ração pesada para todo período. Ao final de cada período, de 7 dias, foi realizado a divisão da quantidade de ração consumida, pelo número de aves de cada tratamento e pelo número de dias e expresso em gramas de ração consumida/ave/dia, a fim de se obter o consumo de ração. No caso de aves mortas durante o período, o seu consumo médio foi descontado e corrigido, obtendo-se o consumo médio verdadeiro para a unidade experimental em questão.

Os ovos eram coletados diariamente pela manhã. A produção média de ovos foi obtida computando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo os quebrados, os trincados e os anormais (ovos com casca mole ou sem casca) sendo expressa em porcentagem sobre a média de aves do período (ovo/ave/dia) e sobre a média de aves alojadas no início do experimento (ovo/ave alojada).

Todos os ovos íntegros produzidos durante os 7º, 14º, 21º, 28º, 35º, 42º dias experimentais, em cada repetição, foram pesados e o peso total foi dividido pelo número de ovos utilizados na pesagem, obtendo-se o peso médio dos ovos (g).

O peso médio dos ovos foi multiplicado pelo número total de ovos produzidos no período experimental, obtendo-se assim a massa total de ovos. Esta massa total de ovos foi dividida pelo número total de aves por dia do período sendo expressa em gramas de ovo/ ave/ dia.

A conversão por massa de ovos foi obtida pelo consumo de ração em quilogramas dividido pela massa de ovos produzida em quilogramas (kg/kg).

O total de aves mortas foi anotado diariamente e o número acumulado foi subtraído do número total de aves vivas, sendo os valores obtidos, convertidos em porcentagem no final do experimento, para determinação da viabilidade.

Nos dias 7, 14, 21, 28, 35 e 42 do período experimental, todos os ovos íntegros coletados foram imersos e avaliados em soluções de NaCl com densidade variando de 1,055 a 1,090 g/cm³, com intervalos de 0,005 g/cm³ entre elas, sendo a densidade ou gravidade específica dos ovos medido por meio de um densímetro com capacidade de avaliação de 1,050 à 1,100g/cm³.

Para quantificação dos componentes dos ovos, foram avaliados o peso da gema, o peso do albúmen e o peso da casca do ovo. Para isso, quatro ovos de cada repetição foram coletados a cada 7 dias, iniciando no sétimo e finalizando no quadragésimo segundo dia experimental, de forma aleatória entre o total de ovos íntegros. Os ovos de cada repetição e de cada dia foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,001 g. Após as pesagens dos ovos, os mesmos foram identificados, e posteriormente quebrados. A gema de cada ovo foi pesada e registrada, e a respectiva casca foi lavada e seca ao ar, para obtenção do peso da casca. O peso do albúmen foi obtido pela diferença do peso do ovo menos o peso da gema e o peso da casca. Foram obtidos e calculados também os valores percentuais dos componentes dos ovos.

Os parâmetros foram submetidos à análise de variância utilizando o programa *Statistica* e as médias comparadas pelo teste *Student-Newman-Keuls* a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas máxima, mínima e de bulbo seco e a umidade relativa do ar, verificadas diariamente durante o período experimental são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 – Valores de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (UR), registradas no galpão experimental

Horário	Temperatura do ar			UR (%)
	Máxima	Mínima	Globo Negro	
08:00	-	-	25,2± 1,7	76,5± 6,8
16:00	25,2± 1,8	20,1± 1,3	20,2± 1,8	58,4± 10,2

Conforme os valores registrados para o termômetro de bulbo seco (Tabela 2), é possível observar que, em parte do período experimental, as codornas ficaram em ligeiras condições de estresse por calor, uma vez que a faixa de conforto térmico para a espécie está entre 18 e 22°C e a umidade relativa entre 65 e 70% (Oliveira, 2004).

4.1 PARÂMETROS DE DESEMPENHO DAS AVES

As médias dos dados referentes ao desempenho das codornas japonesas alimentadas com ração contendo diferentes níveis de cloreto de colina (60%) estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Média dos parâmetros de desempenho de codornas japonesas em postura alimentadas com ração contendo diferentes níveis de colina.

*Parâmetros	Níveis de cloreto de colina (60%) (mg/kg)				
	0	100	200	300	Valor p
Consumo de Ração (g/ave/ dia)	24,21	23,63	24,90	23,33	0,494
Taxa de postura - ovo/dia (%)	81,10	78,07	73,18	78,62	0,511
Taxa de postura - ovo/ave alojada (%)	81,10	76,79	68,60	71,83	0,239
Percentual de ovos comercializáveis (%)	96,17	93,50	91,00	93,00	0,448
Média de peso dos ovos (g)	11,10	11,10	11,14	11,34	0,735
Massa de ovo/dia (g)	8,77	8,68	8,17	8,91	0,598
Conversão alimentar por massa de ovo	2,743	2,790	3,102	2,652	0,485

*Efeito não significativo (P>0,05)

A análise dos dados demonstrou que não houve efeito significativo ($P>0,05$) para nenhum dos parâmetros de desempenho zootécnico avaliados em função dos níveis de suplementação de colina.

Os resultados obtidos para o desempenho das aves corroboram com as observações de McDowell (2000), que destaca que a exigência de colina em aves de postura é reduzida com o avanço da idade, pois o sistema metabólico já se encontra plenamente desenvolvido e a síntese endógena do nutriente é suficiente para atender à demanda fisiológica. As codornas utilizadas neste experimento encontravam-se em fase final de postura, com idade superior a 40 semanas, condição em que a exigência nutricional já está estabilizada, o que explica a ausência de resposta à suplementação adicional.

Esse achado corrobora os resultados de Reis et al. (2012), que também não observaram efeitos significativos da suplementação de colina sobre o consumo de ração, a produção de ovos, o peso dos ovos e a conversão alimentar de codornas japonesas em postura, utilizando aves com 155 dias de idade. Da mesma forma, Castro et al. (2011) avaliaram níveis de 0, 200, 400 e 600 mg/kg de cloreto de colina em codornas com 65 dias de idade e observaram que a suplementação de colina só foi benéfica quando o nível de metionina na dieta era mais baixo (0,65%), enquanto que com o maior nível de metionina (0,75%) não houve efeito da suplementação, reforçando a hipótese de que dietas adequadamente balanceadas em aminoácidos sulfurados dispensam a suplementação adicional de colina.

Segundo Bertechini (2006), a interação entre colina e metionina é determinante para as exigências nutricionais, e dietas com níveis adequados de aminoácidos sulfurados podem reduzir a necessidade de suplementação adicional de colina. Dessa forma, o balanço adequado entre esses nutrientes na dieta experimental provavelmente supriu a demanda metabólica das aves, não alterando de maneira negativa ou positiva o desempenho das aves.

4.2 PARÂMETROS DE QUALIDADE DOS OVOS

Os resultados de qualidade de ovos das codornas japonesas alimentadas com ração contendo diferentes níveis de cloreto de colina (60%) estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Média dos parâmetros de qualidade de ovos de codornas japonesas em postura alimentadas com ração contendo diferentes níveis de colina.

*Parâmetros	Níveis de cloreto de colina (60%) (mg/kg)				Valor <i>p</i>
	0	100	200	300	
Peso dos ovos (g)	11,17	11,21	11,13	11,28	0,959
Peso da gema (g)	3,42	3,43	3,49	3,50	0,747
Peso da casca (g)	0,88	0,86	0,87	0,87	0,757
Peso do albúmen (g)	6,81	6,92	6,77	6,86	0,907
Percentual de gema (%)	30,43	30,45	31,00	30,50	0,430
Percentual de casca (%)	7,78	7,56	7,76	7,54	0,432
Percentual de albúmen (%)	60,15	61,64	59,46	58,71	0,420
Gravidade específica (g/cm ³)	1,075	1,075	1,075	1,075	0,127

*Efeito não significativo ($P>0,05$)

Para os parâmetros de qualidade dos ovos, os resultados também demonstraram que não houve efeito significativo ($P>0,05$) da suplementação de colina sobre o peso e a porcentagem dos componentes dos ovos (gema, albúmen e casca), bem como sobre a gravidade específica.

A qualidade dos ovos é influenciada por diversos fatores, entre eles a nutrição das aves (Freitas et al., 2021). A gema, por exemplo, é composta por aproximadamente 33% de lipídios, dos quais uma parcela significativa é constituída por fosfolipídios, especialmente a fosfatidilcolina (Macari; Gonzales, 2008). Estudos com outras espécies têm demonstrado efeitos positivos da suplementação de colina sobre a qualidade interna dos ovos. Zhang et al. (2020) observaram que a suplementação com 1.500 mg/kg de colina melhorou significativamente o peso da gema em codornas de postura, enquanto Hruby et al. (2019) relataram aumento no peso da gema em poedeiras suplementadas com 850 mg/kg ou mais de colina na dieta.

No entanto, no presente estudo, os percentuais de gema variaram entre 30,43% e 31,00%, valores dentro da faixa considerada normal para codornas japonesas (27% a 32%), conforme Magalhães (2007), sem diferenças significativas entre os tratamentos. A ausência de efeito pode estar relacionada ao fato de que a dieta basal já continha níveis adequados de colina proveniente dos ingredientes, especialmente do farelo de soja, que é rico em fosfatidilcolina (McDowell, 2000), além da fase final de postura das aves, que reduz a demanda metabólica por colina.

Os valores de gravidade específica foram de 1,075 g/cm³ em todos os tratamentos, indicando que a qualidade da casca não foi afetada pela suplementação. Esse resultado corrobora os achados de Reis et al. (2012) e Castro et al. (2011), que também não observaram efeitos da suplementação de colina sobre os componentes dos ovos de codornas japonesas.

É importante ressaltar que, embora não tenham sido observados efeitos benéficos da suplementação de colina sobre a qualidade dos ovos nas condições do presente experimento, é possível que a suplementação seja mais relevante em situações de estresse térmico mais intenso, comum em grande parte do território brasileiro. Conforme apresentado na Tabela 2, as aves deste estudo foram submetidas a um leve estresse por calor em parte do período experimental, com temperaturas de bulbo seco atingindo 25,2°C pela manhã, valor acima da zona de conforto térmico para a espécie (18 a 22°C). Apesar disso, a suplementação de colina não foi capaz de promover melhorias significativas nos parâmetros avaliados, sugerindo que mesmo em condições de leve estresse térmico, os níveis de colina provenientes da dieta basal podem ter sido suficientes para atender às demandas metabólicas das aves. No entanto, estudos conduzidos por Yang et al. (2022) e Cortés-Cuevas et al. (2020) demonstraram que a suplementação de colina atenuou os efeitos negativos de altas temperaturas mais severas sobre a qualidade dos ovos, melhorando a espessura da casca e a gravidade específica.

Do ponto de vista prático, a manutenção da qualidade dos ovos em todos os tratamentos indica que a inclusão de cloreto de colina na dieta é segura, embora não traga benefícios adicionais quando as dietas já são adequadamente balanceadas. Considerando que a alimentação representa mais de 70% dos custos totais de produção na coturnicultura (Bertechini, 2006), sua exclusão da ração pode contribuir para a redução dos custos de produção sem comprometer a qualidade dos ovos.

Por fim, considerando os avanços no melhoramento genético das linhagens comerciais de codornas, que resultam em aves com maior produtividade e, possivelmente, com exigências nutricionais distintas das atualmente recomendadas, torna-se evidente a necessidade de estudos mais recentes que avaliem as exigências de colina para codornas japonesas de linhagens modernas, especialmente em condições de estresse térmico. Pesquisas futuras poderão contribuir para a atualização das recomendações nutricionais e para o desenvolvimento de estratégias alimentares mais eficientes e economicamente viáveis para a coturnicultura brasileira.

5 CONCLUSÃO

A suplementação de cloreto de colina 60% nos níveis de 0, 100, 200 e 300 mg/kg de ração não influencia o desempenho produtivo nem a qualidade dos ovos de codornas japonesas em fase de postura, nas condições experimentais deste estudo, indicando que sua inclusão não é necessária quando as dietas são adequadamente balanceadas.

REFERÊNCIAS

- BALCHEM. Choline: An Overlooked Nutrient in Pigs and Chickens. Podcast with Dr. Ryan Dilger, University of Illinois. Real Science Exchange Podcast, episode 116, 2024.
- BERTECHINI, A. G. Nutrição de aves. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. 412 p.
- CASTRO, S. F.; FORTES, B. D. A.; CARVALHO, J. C. C. et al. Exigências de colina para codornas japonesas em postura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011, Belém. Anais... Belém: SBZ, 2011. (CD-ROM).
- CORTÉS-CUEVAS, A.; VICENTE-PÉREZ, R.; MORALES-RAMOS, J. A. et al. Effects of dietary choline supplementation on productive performance and egg quality of Japanese quails. *Tropical Animal Health and Production*, v. 52, n. 3, p. 1101-1107, 2020.
- FREITAS, E. R.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, A. C. et al. Produção e qualidade de ovos de codorna japonesa em diferentes sistemas de criação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 50, e20200123, 2021.
- HRUBY, M.; HAVLÍČEK, Z.; PAVLÍK, A. et al. The effect of choline on performance and egg quality in laying hens. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, v. 67, n. 2, p. 327-333, 2019.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da pecuária municipal 2024. Rio de Janeiro: IBGE, 2025.
- LIU, W.; ZHENG, X.; YANG, H. et al. Choline-Mediated Regulation of Follicular Growth: Interplay Between Steroid Synthesis, Epigenetics, and Oocyte Development. *Biology*, v. 14, n. 9, p. 1220, 2025.
- MACARI, M.; GONZALES, E.; TUCCI, F. M. et al. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 375 p.
- MAGALHÃES, J. S. Qualidade interna e externa de ovos de codornas japonesas armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. 2007. 68 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2007.
- McDOWELL, L. R. Vitamins in animal and human nutrition. 2. ed. Ames: Iowa State University Press, 2000. 793 p.
- MENDES, R. S.; SOUZA, J. P.; COSTA, L. S. et al. Perspectivas da coturnicultura no Brasil: avanços e desafios. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 72, n. 6, p. 2075-2084, 2020.
- POULTRY TRENDS. Supplementation of Choline in Poultry Feed – A Review. 2025. Disponível em: <https://www.poultrytrends.in/supplementation-of-choline-in-poultry-feed-review/>. Acesso em: 2 jul. 2026.

REIS, R. S.; BARRETO, S. L. T.; PAULA, E. et al. Níveis de suplementação de colina na dieta de codornas japonesas em postura. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, v. 2, n. 1, p. 118-123, 2012.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4. ed. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2017. 488 p.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 5. ed. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2024. 498 p.

SILVA, A. F.; SGAVIOLI, S.; DOMINGUES, C. H. F. et al. Coturnicultura como alternativa para aumento de renda do pequeno produtor. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 70, n. 3, p. 913-920, 2018.

WU, G.; MEININGER, C. J.; MCMULLAN, D. M. et al. Roles of choline in poultry nutrition and metabolism. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, v. 10, n. 1, p. 74, 2019.

YANG, H.; LI, J.; WANG, X. et al. Choline supplementation alleviates fatty liver and improves reproductive performance in laying quail. *Animals*, v. 12, n. 7, p. 902, 2022.

ZHANG, C.; WANG, Y.; SUN, L. et al. Dietary choline requirements and its effects on lipid metabolism and egg quality in laying quail. *Poultry Science*, v. 99, n. 2, p. 765-773, 2020.