

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

AMANDA YARA JACQUES BATISTA

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

SÃO JOÃO DEL-REI – MG

2025

AMANDA YARA JACQUES BATISTA

**DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DOS OVOS DE CODORNAS
JAPONESAS EM POSTURA ALIMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE
FLÚOR 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

2025

AMANDA YARA JACQUES BATISTA

DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DOS OVOS DE CODORNAS
JAPONESAS EM POSTURA ALIMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE
FLÚOR NA DIETA

Defesa Aprovada pela Comissão Examinadora em: (data)

Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **RENATA DE SOUZA REIS**
Data: 15/12/2025 12:15:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Renata de Souza Reis

Documento assinado digitalmente
 **ALEXANDRE DE OLIVEIRA TEIXEIRA**
Data: 12/12/2025 10:39:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Alexandre Teixeira de Oliveira

Documento assinado digitalmente
 **SABRINA NASCIMENTO DE PAULA**
Data: 11/12/2025 20:36:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Mestranda Sabrina Nascimento de Paula

Documento assinado digitalmente
 **MARIA LUIZA CUNHA DA FONSECA**
Data: 11/12/2025 20:41:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Zootecnista Maria Luiza Cunha da Fonseca

AGRADECIMENTOS

Antes de qualquer coisa, agradeço a Deus por me permitir chegar até aqui e viver coisas extraordinárias nesse percurso chamado vida. Sou grata por ter criado a natureza, rica e abundante, e os seres incríveis que nela habitam, os quais despertaram em mim o sincero interesse de estudar essa ciência que é a Zootecnia.

Agradeço ao meu pai, Eliseu, por desde cedo me ensinar a amar e respeitar os animais, com certeza isso me serviu de inspiração para estudar mais a fundo sobre os animais e a natureza.

Agradeço à minha mãe Eliete por nunca ter me desamparado nem soltado a minha mão. Sempre me apoia em qualquer coisa que eu faça, e o melhor de tudo, nunca desacredita de mim, obrigada, mãe!

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

Maria Luiza, minha companheira de curso e da vida: obrigada, amiga, por sempre caminhar comigo e por tornar essa jornada mais alegre, leve e feliz. À República de Bacon à vida, por ter me acolhido de uma maneira única e especial, com vocês todos os momentos se tornam inesquecíveis.

Por fim, agradeço aos meus colegas de curso, e a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização do experimento. Vocês tornaram tudo mais fácil e divertido. Agradeço também a Universidade Federal de São João Del-Rei por todo suporte, aos meus professores pela amizade e ensinamento, e em especial à minha orientadora Renata Reis, pelas conversas, pelo conhecimento compartilhado e por ter confiado em mim.

E à vida, minha eterna gratidão!

RESUMO

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos de codornas japonesas em postura alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de flúor. O experimento teve duração de 42 dias, com avaliações realizadas semanalmente. Foram utilizadas 180 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos (0, 150, 300, 450 e 600 mg de flúor/kg de ração), com seis repetições e seis aves por unidade experimental. Foram analisados os parâmetros de desempenho zootécnico (consumo de ração, taxa de postura, ovos por ave alojada, peso e massa dos ovos, conversão alimentar) e os indicadores de qualidade dos ovos (peso e porcentagem de casca, gema e albúmen, além da gravidade específica). Os parâmetros foram submetidos a análises de regressão utilizando o programa *Statística* e as médias comparadas pelo teste *Newman-Keuls* a 5% de probabilidade. Os resultados mostraram que o flúor não afetou a produção das aves, mas reduziu significativamente o consumo de ração nas dietas com níveis mais elevados. Em contraste, a qualidade dos ovos foi mais sensível ao mineral, apresentando redução no peso e na porcentagem de casca, menor gravidade específica, além de alterações na composição interna. Esses dados indicam que, embora o desempenho produtivo não tenha sido afetado, a presença de flúor em maiores concentrações compromete a qualidade dos ovos. Dessa forma, o controle dos níveis desse mineral na dieta é essencial.

Palavras-chave: flúor, coturnicultura, desempenho, qualidade dos ovos.

ABSTRACT

This study was conducted with the objective of evaluating the productive performance and egg quality of laying Japanese quails fed diets containing different levels of fluorine. The experiment lasted 42 days, with evaluations performed weekly. A total of 180 Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) were used, distributed in a completely randomized design, consisting of five treatments (0, 150, 300, 450, and 600 mg of fluorine/kg of feed), with six repetitions and six birds per experimental unit. The zootechnical performance parameters (feed intake, laying rate, eggs per housed bird, egg weight and mass, feed conversion) and the egg quality indicators (shell weight and percentage, yolk and albumen, in addition to specific gravity) were analyzed. The parameters were submitted to regression analyses using the *Statistica* program, and the means were compared by the *Newman-Keuls* test at 5% probability. The results showed that fluorine did not affect the production of the birds but significantly reduced feed intake in diets with higher levels. In contrast, egg quality was more sensitive to the mineral, showing a reduction in shell weight and percentage, lower specific gravity, in addition to changes in internal composition. These data indicate that, although productive performance was not affected, the presence of fluorine at higher concentrations compromises egg quality. Thus, controlling the levels of this mineral in the diet is essential.

Keywords: fluoride, coturniculture, performance, egg quality.

.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composições percentuais e calculadas das dietas do experimento, na matéria seca.....	19
Tabela 2 - Desempenho de codornas japonesas alimentadas com diferentes teores de flúor na ração	22
Tabela 3 - Qualidade dos ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes teores de flúor na ração	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 PANORAMA DA COTURNICULTURA.....	11
2.2 IMPORTÂNCIA DO FLÚOR NA ALIMENTAÇÃO DAS AVES	13
2.3 FONTES DE FLÚOR, NÍVEIS DE SEGURANÇA E TOXICIDADE.....	14
2.4 INFLUÊNCIA DO FLÚOR SOBRE DESEMPENHO DAS AVES E QUALIDADE DA CASCA	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	22
5 CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

A criação de codornas no Brasil começou com o objetivo de subsistência. Com o tempo, a coturnicultura evoluiu para um sistema mais tecnificado, adotando novas estratégias de criação e produção que contribuíram de maneira significativa para o setor que temos hoje: uma cadeia produtiva de grande importância econômica para o país.

Esse segmento da avicultura tem sido relevante para pequenos produtores pois requer baixo investimento inicial e apresenta custos de manutenção relativamente baixos. Além disso, a criação de codornas ocupa pouco espaço físico, o que facilita sua implantação em propriedades menores, além de apresentar rápido retorno econômico. Essas aves se adaptam a temperaturas elevadas, são resistentes a enfermidades e possuem crescimento acelerado.

O avanço tecnológico e o aprimoramento das práticas de manejo e nutrição têm contribuído para o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade dos produtos oriundos da coturnicultura. A crescente demanda por alimentos saudáveis e de baixo custo também tem impulsionado a produção de ovos de codorna, tornando o setor uma alternativa viável dentro da avicultura nacional.

Entre os fatores que influenciam diretamente o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos, a nutrição tem papel essencial. O equilíbrio na formulação das dietas é fundamental para atender às exigências fisiológicas das aves, garantindo não só manutenção da postura, como também a qualidade final dos produtos. Dentro desse contexto, os minerais se destacam por participarem de processos metabólicos cruciais, atuando na formação óssea, na estrutura da casca e em diversas reações enzimáticas.

O flúor é um elemento naturalmente presente no solo, água de bebida e principalmente em fontes minerais comumente utilizadas na alimentação animal, como os fosfatos. Embora desempenhe papel importante quando em pequenas quantidades, o excesso desse elemento pode provocar efeitos negativos sobre a saúde e o desempenho das aves, interferindo na formação da casca do ovo e na constituição de tecidos mineralizados. Dessa forma, controlar as concentrações desse elemento nas dietas é fundamental para evitar prejuízos à produção.

Considerando que as codornas apresentam características específicas de metabolismo e produção, estudos que avaliem os efeitos do flúor sobre seu desempenho e a qualidade dos ovos são necessários para estabelecer níveis seguros de inclusão desse elemento na dieta. A escassez de informações voltadas a essa espécie reforça a importância de pesquisas que ampliem o conhecimento sobre os impactos do flúor em aves poedeiras.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de flúor na dieta sobre o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos de codornas japonesas em postura, contribuindo para o entendimento da influência desse mineral na coturnicultura e para a formulação de rações mais equilibradas e seguras.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PANORAMA DA COTURNICULTURA

Oriunda de regiões da Ásia, Europa e África, a codorna doméstica é o produto do cruzamento entre espécies selvagens distintas. Essa ave pertence à ordem dos *Galliformes*, onde a espécie *Coturnix coturnix japonica* (codorna japonesa) é amplamente usada para a produção de ovos, enquanto a *Coturnix coturnix coturnix* (codorna europeia) apresenta dupla aptidão, podendo ser criada tanto para a produção de carne quanto de ovos (Coelho et al., 2021).

A criação de codornas no Brasil começou por volta da década de 1950, inicialmente com o objetivo de subsistência (Pinto et al., 2002). Ao longo dos anos, a atividade sofreu mudanças importantes nos aspectos genéticos e nutricionais, transformando-se em uma cadeia produtiva de grande importância econômica para o país, com sistemas de produção cada vez mais tecnificados e profissionalizados (Bertechini, 2010).

A coturnicultura tem se consolidado como um segmento da avicultura em constante crescimento. De acordo com Silva et al. (2018) e Grieser et al. (2024), a atividade coturnícola representa uma alternativa viável e promissora para o fornecimento de alimentos com alto valor nutricional à população. Além disso, essa atividade tem ganhado visibilidade no setor principalmente por demandar investimentos reduzidos em infraestrutura, devido ao porte pequeno das aves e à menor exigência de espaço. As codornas também apresentam boa adaptação a altas temperaturas, resistência a enfermidades, crescimento acelerado e retorno econômico em curto prazo.

Ainda segundo Silva et al. (2018), esses benefícios auxiliam o pequeno produtor a utilizar a criação de codornas como uma alternativa para aumentar renda, ampliar sua presença no mercado e obter maior lucratividade, sem a necessidade de alterar significativamente sua estrutura de produção, contribuindo assim para o desenvolvimento da economia local.

Conforme Grieser et al. (2024), na coturnicultura voltada à produção de ovos a comercialização pode ocorrer tanto de forma *in natura* quanto industrializada, embora esta última seja predominante entre os maiores produtores, por agregar maior valor ao produto e aumentar a rentabilidade da cadeia produtiva. A venda pode ser direcionada ao atacado ou realizada diretamente ao consumidor final, sendo essa

última mais comum entre pequenos produtores. No entanto, à medida que a escala de produção cresce, os custos de transação também aumentam, tornando menos viável a venda direta.

Em comparação à carne, a comercialização de ovos encontra-se em estágio mais avançado, atendendo com maior eficiência à demanda do mercado, especialmente em razão de seu baixo custo, mesmo quando processado. Embora os dados atualizados sobre consumo sejam escassos, um levantamento na cidade de Maringá (PR) indicou um consumo médio mensal de cerca de 10 unidades por habitante (Grieser et al., 2024).

De acordo com dados do IBGE (2025), a produção nacional de ovos de codorna em 2023 foi de aproximadamente 258,7 milhões de dúzias, com um valor estimado de R\$600,7 milhões. O estado de Minas Gerais foi o maior produtor, com cerca de 54,3 milhões de dúzias, sendo o município de Pouso Alto o principal polo produtivo. Em segundo lugar, o Espírito Santo registrou uma produção de aproximadamente 45,1 milhões de dúzias, com um valor gerado de R\$99,2 milhões, com Santa Maria de Jetibá liderando a produção estadual.

Ainda segundo o IBGE (2025), no ano de 2023 o efetivo do plantel de codornas no país atingiu cerca de 15,5 milhões de cabeças. Em análise sobre a evolução do setor, Grieser et al. (2024) destaca que, com base nos dados anteriores do IBGE, o Brasil possuía cerca de 14 milhões de codornas e produzia aproximadamente 229 milhões de dúzias de ovos em 2022. A comparação entre os anos evidencia um crescimento de aproximadamente 10,7% no número de aves e de 13% no volume de ovos produzidos, reforçando a importância crescente da coturnicultura no cenário da avicultura nacional.

Pastore et al. (2012) mostraram que fatores como mudanças nos hábitos alimentares da população, o aumento das refeições fora de casa, a maior divulgação dos benefícios nutricionais do produto e o seu fácil acesso, tanto *in natura* quanto processado, têm contribuído significativamente para o aumento da demanda por ovos de codorna. Essas condições favorecem o crescimento da produção e, conseqüentemente, a expansão do plantel no país, impulsionando ainda mais o setor.

Após a pandemia esses movimentos foram ainda mais intensificados. Além da mudança nos padrões alimentares a busca por fontes de proteína de menor custo acelerou a procura por ovos como alternativa nutricional viável. Esse cenário demonstrou a importância de alimentos saudáveis, acessíveis e com alto valor

nutricional, ampliando o espaço de mercado para a avicultura e a produção de ovos no Brasil (Soares; Ximenes, 2022).

Mesmo com o notável crescimento da atividade e os progressos em genética, nutrição e manejo, a coturnicultura ainda enfrenta grandes desafios. Custos de produção atrelados aos preços dos insumos agrícolas e a ausência de políticas públicas que favoreçam o setor tornam a consolidação de diversos produtores algo complicado. Apesar do consumo crescente de ovos e das boas expectativas para a carne de codorna, é essencial que haja investimento em pesquisa e apoio institucional para consolidar a cadeia produtiva e assegurar a viabilidade econômica da atividade (Coelho et al., 2021).

Para que o manejo seja bem-sucedido, o preço, a qualidade e a composição química dos insumos são fatores determinantes. Um exemplo é a avaliação de minerais em rações, onde se busca o equilíbrio entre custo e benefício de fontes como os fosfatos, que contêm flúor, já que sua utilização impacta diretamente o desempenho zootécnico (Araújo et al., 2009).

2.2 IMPORTÂNCIA DO FLÚOR NA ALIMENTAÇÃO DAS AVES

O flúor (F) é um elemento que ocorre naturalmente no solo, na água e em diversos alimentos, sendo necessário em pequenas quantidades para o adequado funcionamento do organismo. Sua participação é fundamental na formação e fortalecimento de ossos e dentes, além de contribuir para a fertilidade e estar ligado à ativação de enzimas, como a fosfatase alcalina (Miao et al., 2017).

Nas aves, o flúor é rapidamente metabolizado no organismo, porém não se acumula em grandes quantidades. Ele contribui para a formação do tecido ósseo, aumentando sua resistência e dureza. No entanto, quando ingerido em excesso e por períodos prolongados, pode causar o efeito oposto, prejudicando a saúde dos ossos (Bertechini et al., 2014).

Este pode ser absorvido pelo organismo pelo trato gastrointestinal, pelas vias respiratórias ou pela via cutânea/membranas mucosa, em seguida, o elemento atinge os diferentes órgãos e tecidos via corrente sanguínea (Miao et al., 2017). Segundo Rostagno (2000), após a ingestão o flúor é rapidamente absorvido e distribuído pelo organismo animal. Parte dele se deposita nos ossos, e o restante é eliminado da corrente sanguínea por excreção renal. Apenas uma pequena fração permanece nos

tecidos moles. Veloso (1997), observou que cerca de 99% do flúor presente no organismo animal se acumula nos ossos.

Embora não existam recomendações específicas quanto a suplementação de flúor na dieta das aves, os fosfatos inorgânicos comumente utilizados na formulação, como o bicálcico, o monocálcico e o tricálcico, apresentam diferentes concentrações de flúor em sua composição, e dessa forma acabam contribuindo para suprir a exigência teórica desse elemento (Bertechini et al., 2014).

Esse aspecto está diretamente relacionado à importância do fósforo (P), um macroelemento essencial na dieta das aves, crucial para diversas reações metabólicas e para a formação da estrutura óssea. Na nutrição avícola é necessária a suplementação com fontes inorgânicas de fósforo, como o fosfato bicálcico, a fim de atender à exigência desse composto pelos animais (Araújo et al., 2009).

Ainda segundo o autor, rações formuladas para frangos de corte ou galinhas poedeiras requerem de 1,5 a 1,8% de fosfato bicálcico para atender às exigências nutricionais de fósforo, mas, o alto custo desse produto tem estimulado a busca por fontes alternativas mais econômicas, como os fosfatos de rocha e fertilizantes de uso agrícola, visando a redução dos custos de produção. Esses compostos podem conter flúor em quantidades que excedam os limites de tolerância para rações animais (Araújo et al., 2009), o que reforça a necessidade de atenção quanto ao seu uso na formulação de dietas para os animais.

Com o desenvolvimento genético e de manejo nos últimos anos, as codornas se tornaram aves mais pesadas, mais produtivas e com ovos maiores. Ao contrário das galinhas poedeiras comerciais, elas têm características anatômicas, fisiológicas e comportamentais que as tornam únicas, o que dificulta comparações diretas entre as espécies. Em razão disso, suas demandas nutricionais são específicas, o que torna fundamental a realização de pesquisas que estabeleçam com clareza as necessidades nutricionais dessas aves, visando otimizar seu desempenho produtivo (Rostagno et al., 2011), especialmente considerando que ainda existem poucas informações sobre o flúor em codornas.

2.3 FONTES DE FLÚOR, NÍVEIS DE SEGURANÇA E TOXICIDADE

Os animais podem ser expostos ao flúor por diversas vias, como o consumo de plantas cultivadas em solos com alta concentração desse elemento, a ingestão de água com níveis elevados dessa substância, o uso de suplementos minerais

inadequadamente desfluorizados e o pastejo em áreas contaminadas por emissões industriais contendo flúor (Raffi et al., 1997).

O fosfato de rocha, que contém em média 13 a 14% de fósforo e de 3 a 4% de flúor, é a principal matéria-prima utilizada na produção de fosfatos destinados a misturas minerais e suplementos para a nutrição animal. Entretanto, como a etapa de remoção do flúor eleva significativamente os custos, alguns fabricantes optam por não realizá-la, o que resulta em níveis elevados desse elemento nos suplementos e nas misturas minerais destinadas à alimentação animal (Miao et al., 2017). Diante desse risco, Junqueira (2008) destaca que os limites seguros de flúor na dieta são de 300 a 400 mg/kg para aves em crescimento e 500 a 700 mg/kg para poedeiras utilizando esse tipo de suplementação mineral.

É importante notar que, assim como os fosfatos, o calcário também contém flúor. Geralmente, as variedades de calcário que são mais escuras e mais duras tendem a apresentar concentrações mais elevadas desse elemento, com teores que ficam na faixa de 0,06% a 0,45% (Bertechini et al., 2014). A relevância dessa contaminação reside no metabolismo mineral da ave, visto que o flúor apresenta intensa atividade química com o cálcio no organismo, em especial no esqueleto e nos dentes. O flúor, quando absorvido, reage prontamente com o cálcio no sangue para formar fluoreto de cálcio (CaF_2), sendo incorporado na matriz óssea substituindo outros ânions e formando a fluorapatita (Junqueira, 2008).

Quando consumido em excesso e de forma prolongada o flúor pode comprometer não apenas os ossos e dentes, mas também órgãos como fígado, baço, rins, e tecidos reprodutivos. A concentração desse elemento nos rins é tipicamente mais elevada que em outros tecidos moles. Esse fenômeno pode ser atribuído à função osmótica renal, que possibilita a formação de uma urina mais concentrada em relação ao sangue. Nesse processo de excreção, o rim elimina parte do F, o que justifica a maior retenção deste elemento em seu tecido, comparado aos demais órgãos (Miao et al., 2017).

A intoxicação por flúor, conhecida como fluorose, é a forma mais comum de intoxicação observada em animais domésticos. Essa condição ocorre pela ingestão contínua de pequenas quantidades de flúor ao longo do tempo (Raffi et al., 1997). Segundo Rostagno (2000), a fluorose em animais é causada principalmente pela ingestão de fontes minerais que contêm altas concentrações de flúor, havendo raras exceções a essa regra. Entre os sinais clínicos mais comuns, destaca-se a redução

no consumo de alimento, que é a principal manifestação dessa condição (Casartelli et al., 2008).

Uma série de fatores interligados influencia essa toxicidade, tornando complexo determinar a dose exata em que ela se torna prejudicial (Rostagno, 2000). Espécie e idade do animal, solubilidade do composto, quantidade consumida por dia, duração total da exposição, condição nutricional e presença de fatores de estresse são alguns dos elementos que se destacam. Banuselli (2004) indica que as aves são os animais com maior resistência ao flúor, ao contrário dos bovinos, que exibem uma alta sensibilidade toxicológica ao composto. Durante a fase inicial da vida as aves são mais sensíveis ao flúor, com o alcance da maturidade, os efeitos do flúor tornam-se menos intensos (Casartelli et al., 2008).

A concentração normal de flúor nos ossos varia entre 400 e 600 ppm, podendo alcançar até 2500 ppm sem provocar alterações significativas. A partir desse ponto, entre 2500 e 4000 ppm, começam a ser percebidas modificações microscópicas na estrutura óssea e, quando os níveis ultrapassam 4000 ppm, já se tornam evidentes as alterações macroscópicas, comprometendo a integridade do tecido (Nunes, 2003). Nesse sentido, embora pareça essencial na dieta, somente os efeitos tóxicos do flúor são de real importância nutricional dentro da produção animal (Rostagno, 2000).

O fluoreto de sódio (NaF), que contém flúor, é classificado pela CETESB (2022) como um fluoreto inorgânico amplamente utilizado, apresentado como um sólido branco a incolor, de solubilidade moderada em água. Por se dissolver com facilidade, pode se espalhar pelo solo, água e por produtos industriais. A CETESB ressalta que, quando presentes no ambiente, os fluoretos podem alcançar diferentes compartimentos e se tornar uma via de ingestão para animais e humanos, especialmente pela água de consumo ou por materiais utilizados na rotina agrícola.

Portanto, entender as principais fontes de exposição, os níveis seguros de ingestão e os efeitos tóxicos do flúor é essencial para evitar danos à saúde e ao desempenho produtivo das aves.

2.4 INFLUÊNCIA DO FLÚOR SOBRE DESEMPENHO DAS AVES E QUALIDADE DA CASCA

A análise da toxicidade do flúor é fundamental para compreender os prejuízos que esse elemento pode causar tanto em animais adultos quanto naqueles em fase de crescimento. Em indivíduos jovens, o flúor interfere diretamente no processo de

mineralização óssea, uma vez que forma complexos com cálcio e fósforo, reduzindo a disponibilidade desses minerais para absorção e utilização pelo organismo (Casartelli et al., 2008).

Quando totalmente formada, a casca do ovo é constituída quase por completo de carbonato de cálcio (CaCO_3), contando ainda com pequenas quantidades de outros minerais, como sódio, potássio e magnésio. O CaCO_3 é formado quando os íons de cálcio circulantes no sangue se unem aos íons carbonato presentes tanto na corrente sanguínea quanto na glândula da casca, no útero da ave. Dessa forma, qualquer condição que reduza a oferta de cálcio ou de carbonato prejudica essa reação, gerando cascas mais frágeis ou de menor qualidade (Silva, 2021).

De acordo com Araújo et al. (2009), o flúor presente na dieta interfere principalmente no consumo de alimento, por atuar sobre o centro de apetite no cérebro. Esse efeito compromete tanto o ganho de peso quanto a produção de ovos e, em menor escala, a mineralização óssea. Portanto, o impacto das concentrações desse mineral na dieta é mais evidente na produção das aves do que nos parâmetros da mineralização óssea.

Em pesquisa com frangos de corte, observou-se que o uso de fosfatos naturais resultou em menor consumo de ração e, conseqüentemente, em peso corporal reduzido. Esse ganho de peso inferior foi atribuído à diminuição na ingestão alimentar, que foi influenciada pela presença de níveis elevados de flúor nesses fosfatos (Casartelli et al., 2008).

Segundo Miao et al. (2017), o excesso de flúor na dieta de galinhas poedeiras resultou em um declínio acentuado da taxa de postura, bem como no comprometimento da qualidade das cascas, resultando em ovos mais frágeis. Adicionalmente, verificou-se que as concentrações desse mineral foram mais elevadas na casca, com níveis muito mais baixos no albúmen e na gema, demonstrando que a casca é um indicador mais sensível de exposição ao mineral.

Diante desses resultados, fica evidente que o flúor pode causar impacto significativo não apenas sobre o desempenho produtivo, mas também sobre a qualidade dos ovos, reforçando a importância do controle desse elemento na dieta das aves.

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, Minas Gerais, com duração de 42 dias.

Foram utilizadas 180 codornas da subespécie japonesa (*Coturnix coturnix japonica*), em fase de postura, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos, seis repetições e seis aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em diferentes níveis de flúor na ração.

Tratamento 1: Ração sem flúor - controle

Tratamento 2: Ração com 150 mg/kg de flúor

Tratamento 3: Ração com 300 mg/kg de flúor

Tratamento 4: Ração com 450 mg/kg de flúor

Tratamento 5: Ração com 600 mg/kg de flúor

Neste trabalho, o fluoreto de sódio (NaF) foi utilizado como fonte de flúor. Esse composto contém aproximadamente 45,25% de flúor em sua composição, proporção calculada com base na sua formulação química. Essa informação é importante porque permite compreender, de forma mais precisa, o quanto de flúor as aves realmente receberam em cada tratamento, já que a quantidade adicionada na ração depende diretamente dessa fração presente no NaF (WEBQC, 2025).

Foi formulada uma ração (tabela 1) para atender às exigências nutricionais das codornas, conforme as recomendações de Rostagno et al. (2017). A ração controle, com ou sem a adição de fluoreto de sódio, e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

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

Ingredientes (%)	Níveis de flúor (mg/kg)				
	0	150	300	450	600
Milho grão	54,820	54,820	54,820	54,820	54,820
Farelo de Soja (45%)	33,360	33,360	33,360	33,360	33,360
Óleo de Soja	2,062	2,062	2,062	2,062	2,062
Fosfátio 19 Micro	1,225	1,225	1,225	1,225	1,225
Calcário	7,331	7,331	7,331	7,331	7,331
Sal comum	0,360	0,360	0,360	0,360	0,360
L-Lisina HCL	0,201	0,201	0,201	0,201	0,201
DL-Metionina	0,381	0,381	0,381	0,381	0,381
Min-aves	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Vitcre-aves	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Cloreto de colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Fluoreto de sódio	0,000	0,036	0,071	0,104	0,140
TOTAL	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição calculada					
E. metabolizável (kcal/kg)	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800
Proteína Bruta (%)	19,83	19,83	19,83	19,83	19,83
Fósforo Disponível (%)	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330
Fósforo Total	0,548	0,548	0,548	0,548	0,548
Cálcio (%)	3,160	3,160	3,160	3,160	3,160
Lisina digestível (%)	1,107	1,107	1,107	1,107	1,107
Met. + Cistina Dig. (%)	0,908	0,908	0,908	0,908	0,908
Metionina digestível (%)	0,644	0,644	0,644	0,644	0,644
Treonina Dig. (%)	0,669	0,669	0,669	0,669	0,669
Triptofano Dig. (%)	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229
Sódio	0,155	0,155	0,155	0,155	0,155

1 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%).

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. Estudos mostram que proporcionar densidade entre 109,37 cm² e 164,06 cm² por ave garante que tanto o desempenho produtivo quanto a qualidade dos ovos sejam mantidos em níveis adequados (Magalhães et al., 2019). 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 específico; 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 peso específico 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 a análises de regressão utilizando o programa *Statistica* e as médias comparadas pelo teste *Newman-Keuls* a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o período experimental, as temperaturas médias máximas e mínimas registradas foram de $25,2 \pm 1,8$ °C e $20,1 \pm 1,3$ °C, respectivamente, no turno da manhã, e de $25,2 \pm 1,7$ °C e $20,2 \pm 1,8$ °C no turno da tarde. A temperatura de bulbo negro média apresentou valores de 22,0 °C pela manhã e 24,0 °C à tarde. Já a umidade relativa do ar variou, em média, entre $76,5 \pm 6,8\%$ (máxima) e $58,4 \pm 10,2\%$ (mínima) no período da manhã, enquanto à tarde os valores médios foram de $71,2 \pm 10,1\%$ (máxima) e $59,6 \pm 7,6\%$ (mínima).

Os efeitos da adição de flúor na ração sobre o desempenho das codornas são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Desempenho de codornas japonesas alimentadas com diferentes teores de flúor na ração

Parâmetros	Níveis de flúor na ração (mg/kg)					Valor p
	0	150	300	450	600	
Consumo de ração (g/ave/dia)	26,92 ^a	25,17 ^{ab}	25,47 ^{ab}	23,41 ^b	25,25 ^{ab}	0,0145*
Taxa de postura (ovo/dia)	83,23	82,62	83,73	82,56	84,29	0,8111
Taxa de postura (ovo/ave alojada)	82,94	84,59	83,73	77,58	81,08	0,3415
Peso dos ovos (g)	11,65	11,73	11,52	11,26	11,36	0,0820
Média de peso dos ovos (g)	11,63	11,71	11,51	11,28	11,53	0,2497
Massa de ovo/dia (g)	9,68	9,68	9,62	9,38	9,86	0,9467
Conversão alimentar por massa de ovos (%)	2,80	2,56	2,66	2,64	2,66	0,5082

* = significativo a nível de 5% de probabilidade estatística ($p < 0,05$).

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de *Newman-Keuls* a 5% ($p < 0,05$).

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, apenas o consumo de ração foi significativamente afetado pelos níveis de flúor na ração ($p < 0,05$). As aves do grupo controle apresentaram o maior consumo médio de ração (26,92 g/ave/dia), enquanto as alimentadas com 450 mg F/kg registraram o menor valor (23,41 g/ave/dia). Observou-se efeito linear decrescente do flúor sobre o consumo, descrito pela equação $\hat{Y} = 26,2635 - 0,0034X$, demonstrando que o aumento dos níveis de flúor resultou em redução progressiva da ingestão alimentar. Assim, para cada 1 mg de flúor/kg incluído na dieta, o consumo reduziu aproximadamente 0,0034 g/ave/dia.

De maneira semelhante, Casartelli et al. (2007), ao avaliarem fosfatos com diferentes relações flúor:fósforo em um estudo realizado com frangos de corte, observaram que teores elevados de flúor na dieta (relação 1:40) prejudicaram o consumo de ração, já que esse elemento tende a reduzir a ingestão alimentar pelas aves.

É importante destacar que, no presente estudo, apesar da redução do consumo, as codornas conseguiram manter o desempenho produtivo, indicando que os níveis de flúor utilizados não foram suficientes para causar queda na produção. No entanto, esse resultado contrasta com achados anteriores da literatura. Miao et al. (2019), por exemplo, em estudo com poedeiras, observaram que a exposição a níveis elevados de flúor resultou em uma diminuição significativa no desempenho das aves. O mesmo foi mencionado por Guenter (1985), mostrando que a elevada ingestão de flúor (1000 e 1300 ppm) causou redução não só na produção de ovos de poedeiras, como também na qualidade dos mesmos, além disso, vale destacar que a ingestão prolongada (252 dias) dos níveis mais elevados de flúor (1000 e 1300 ppm) não ocasionou prejuízos permanentes à produção. As aves apresentaram recuperação total ao período de reversão, que teve duração de 168 dias.

Para os demais parâmetros não foram observadas diferenças estatísticas ($p > 0,05$), reforçando a ideia de que os efeitos do flúor sobre o desempenho podem depender da dose e do tempo de exposição.

Os resultados encontrados para os parâmetros relacionados à qualidade dos ovos estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Qualidade dos ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes teores de flúor na ração

Parâmetros	Níveis de flúor na ração (mg/kg)					Valor p
	0	150	300	450	600	
Peso da casca (g)	0,948 ^a	0,917 ^{ab}	0,898 ^{ab}	0,854 ^b	0,864 ^b	0,000027*
Peso da gema (g)	3,51	3,62	3,52	3,57	3,61	0,4433
Peso do albúmen (g)	7,19 ^a	7,19 ^a	7,10 ^{ab}	6,84 ^b	6,89 ^b	0,0375*
Porcentagem de casca (%)	8,16 ^a	7,83 ^{ab}	7,81 ^{ab}	7,59 ^b	7,60 ^b	0,00015*
Porcentagem de gema (%)	30,21 ^b	30,87 ^{ab}	30,60 ^{ab}	32,14 ^a	31,31 ^{ab}	0,0143*
Porcentagem de albúmen (%)	61,64	61,27	61,59	60,67	61,09	0,1763
Gravidade específica (g/cm ³)	1,069 ^a	1,066 ^{ab}	1,066 ^{ab}	1,063 ^b	1,064 ^b	0,0002*

* = significativo a nível de 5% de probabilidade estatística ($p < 0,05$).

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de *Newman-Keuls* a 5% ($p < 0,05$).

Ao analisar a Tabela 3, observa-se que os parâmetros peso da casca (g), peso do albúmen (g), porcentagem da casca, porcentagem da gema e gravidade específica apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). Esses parâmetros se ajustaram a modelos lineares, descritos pelas seguintes equações:

- Peso da casca: $\hat{Y} = 0,9426 - 0,0002X$
- Peso do albúmen: $\hat{Y} = 7,2329 - 0,0006X$
- Porcentagem da casca: $\hat{Y} = 8,0666 - 0,0009X$
- Porcentagem da gema: $\hat{Y} = 30,3323 + 0,0023X$
- Gravidade específica: $\hat{Y} = 1,0679 - 7,8177 \times 10^{-6} X$

No presente estudo, verificou-se que o aumento dos teores de flúor na ração resultou em redução significativa no peso e na porcentagem de casca, bem como na gravidade específica dos ovos, indicando piora na qualidade da casca. Resultados semelhantes foram relatados por Miao et al. (2019), que verificaram que a adição de flúor à dieta de poedeiras reduziu significativamente a espessura e a resistência da casca, em comparação ao grupo controle. Por outro lado, em um estudo com galinhas poedeiras que testava diferentes relações de flúor:fósforo, Araújo et al. (2009) observaram que dietas contendo teores mais baixos de flúor (1:100) causaram redução significativa na espessura e na porcentagem de casca, resultando em ovos mais finos e frágeis, enquanto as relações com teores de flúor mais elevados (1:40; 1:60 e 1:80) não afetou os parâmetros mencionados, o que contrasta com os resultados achados neste estudo.

Segundo Miao et al. (2017), os efeitos sobre a qualidade da casca podem estar relacionados a distúrbios no metabolismo de cálcio e fósforo provocados pela ingestão excessiva de flúor, já que o flúor apresenta intensa atividade química com o cálcio no organismo (Junqueira, 2008). De acordo com Pinto (2012), o cálcio e fósforo são elementos essenciais à formação da casca, influenciando diretamente sua espessura, resistência e qualidade estrutural, portanto, a presença de flúor em excesso no organismo pode comprometer a qualidade dos ovos. Além disso, Araújo et al. (2009), propõe em seu estudo que concentrações elevadas de flúor na dieta podem diminuir o aproveitamento de energia pelo organismo. Isso ocorre porque o elemento pode interferir na quebra de gorduras, reduzindo a oxidação dos ácidos graxos e a atividade de enzimas digestivas, como a lipase intestinal. Portanto, a redução de energia disponível poderá impactar dentre outras coisas a formação da casca do ovo.

Além dos efeitos sobre a casca, observou-se que o aumento dos níveis de flúor na ração resultou em redução significativa no peso do albúmen e aumento na porcentagem de gema, indicando possível influência na deposição dos constituintes internos do ovo. De forma semelhante, Miao et al. (2017) relataram que a suplementação de flúor na dieta em níveis elevados (800 e 1000 mg/kg) promoveu diminuição significativa da altura do albúmen e alterações na coloração da gema em galinhas poedeiras, sugerindo que o excesso de flúor compromete também a qualidade interna do ovo.

Em conjunto, esses resultados demonstram que, embora o flúor em níveis moderados não tenha comprometido o desempenho produtivo, sua presença na dieta influenciou negativamente a qualidade dos ovos, enfatizando a necessidade do controle desse elemento em rações de codornas.

Os demais parâmetros, peso da gema e porcentagem de albúmen não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$).

5 CONCLUSÃO

A inclusão de diferentes níveis de flúor na dieta de codornas japonesas não alterou de maneira significativa o desempenho produtivo das aves, que mantiveram sua taxa de postura mesmo diante da redução no consumo de ração observada nos níveis mais elevados desse elemento. No entanto, o flúor apresentou impacto direto sobre a qualidade dos ovos, principalmente sobre os parâmetros relacionados à casca, que mostraram diminuição no peso, na porcentagem e na gravidade específica, além de diferenças na composição interna, como menor peso de albúmen e aumento proporcional da gema. Embora a produção não tenha sido comprometida, a qualidade final dos ovos é sensível ao aumento do flúor na ração, reforçando a necessidade de atenção ao uso desse mineral na formulação de dietas.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, L. F. *Fontes e níveis de fósforo para frangos de corte e poedeiras comerciais*. 2004. 220 f. Tese (Livre Docência) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2004.
- ARAÚJO, Lúcio Francelino et al. *Uso de fosfatos com diferentes relações flúor: fósforo na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de produção*. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 38, n. 6, p. 1033-1036, jun. 2009.
- BANUSELLI, Marco Sampaio. *Matéria Técnica: o fosfato não é o vilão da história quando se trata do uso dos fosfatos nos suplementos minerais para os animais*. SUINO.COM - A Comunidade Virtual da Suinocultura Brasileira, [S. l.], 9 jul. 2004. Disponível em: [endereço eletrônico não fornecido no original]. Acesso em: [data de acesso não fornecida no original].
- BERTECHINI, Antonio Gilberto. *Situação atual e perspectivas para a coturnicultura no Brasil*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, [2010]. [Informações de local e datas não fornecidas no original].
- BERTECHINI, Antonio Gilberto. *Exigências de minerais para aves*. In: SAKOMURA, Nilva Kazue et al. (Org.). *Nutrição de não ruminantes*. Jaboticabal: Funep, [2014]. Cap. 1.
- CASARTELLI, Elenice Maria et al. *Fosfatos com diferentes relações flúor: fósforo na alimentação de frangos de corte*. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 37, n. 5, p. 856-860, maio 2008.
- CETESB. *Flúor e fluoretos*. São Paulo: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2022. 20 p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2022/11/Fluor-e-fluoretos.pdf>. Acesso em: 09 dez. 2025.
- COELHO, Louise Marques; CARVALHO, Mariana Aparecida Maciel de; ZANGERONIMO, Márcio Gilberto. *Coturnicultura brasileira: cenário e perspectivas*. Revista CFMV (Online), v. 27, n. 80, p. 55-61, 2021.
- DA SILVA, Emanuel Isaque Cordeiro; KUHN, Ricardo. *Formação do ovo*. Revista *Produção Animal*, [s.l.], p. 1–8, 2021.
- DE OLIVEIRA GRIESER, Daiane et al. *Coturnicultura no brasileira: uma atividade promissora para produtores rurais*. Agropecuária Científica no Semiárido, Patos, PB, v. 20, n. 2, p. 35-39, abr./jun. 2024.
- GUENTER, W.; HAHN, P. H. B. Fluorine toxicity and laying hen performance. *Poultry Science*, v. 64, n. 8, p. 1591-1594, 1985.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Produção agropecuária: ovos de codorna*. [Rio de Janeiro]: IBGE, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/ovos-de-codorna/br>. Acesso em: 22 set. 2025.

JUNQUEIRA, Otto Mack. *O uso do fosfato monobicálcico rações e de outras fontes de fósforo com diferentes relações flúor:fósforo na alimentação de frangos de corte*. In: Parecer Técnico. Jaboticabal: FCAV/UNESP, [2008].

MAGALHÃES, B. et al. *Desempenho de codornas japonesas em postura, em diferentes densidades de alojamento*. In: CONGRESSO APA – PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 16., 2019, Campinas. *Anais...* Campinas: APA, 2019.

MIAO, L. et al. *Efeitos do excesso de flúor dietético nos índices bioquímicos séricos, qualidade dos ovos e concentrações de flúor em órgãos moles, ovos e soro de galinhas poedeiras*. *Biological Trace Element Research*, v. 180, n. 1, p. 146–152, nov. 2017.

MIAO, L. et al. *O excesso de flúor na dieta afeta o desempenho da postura, a qualidade dos ovos, a retenção tecidual, os índices bioquímicos séricos e os hormônios reprodutivos de galinhas poedeiras*. *Poultry Science*, [S. l.], v. 98, n. 12, p. 6873-6879, dez. 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8914007/>. Acesso em: 1 out. 2025.

NUNES, Geraldo P. *Curso: Produção de Fosfato Bicálcico*. [S. l.]: Bunge Fertilizantes, 2003.

PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, W. P. de; MUNIZ, J. C. L. *Panorama da coturnicultura no Brasil*. *Revista Eletrônica Nutritime*, [S. l.], v. 9, n. 6, p. 2041-2049, nov./dez. 2012.

PINTO, Rogério et al. *Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura*. *Revista brasileira de zootecnia*, v. 31, p. 1761-1770, 2002.

PINTO, Severino et al. *Cálcio e fósforo na dieta de galinhas de postura: uma revisão*. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 11, n. 1, p. 5-18, 2012.

RAFFI, Margarida Buss; MÉNDEZ, Maria del Carmen; RIET-CORREA, Franklin. *Estudos histomorfométrico e histológico das lesões ósseas causadas por flúor em aves*. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 69-76, abr./jun. 1997.

ROSTAGNO, Horacio Santiago. *Efeito do flúor na alimentação animal*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, 17 fev. 2000. Documento técnico.

ROSTAGNO, H. S. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

ROSTAGNO, H. S. *Exigências nutricionais de codornas*. In: ROSTAGNO, H. S. (Ed.). *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 4. ed. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2017. cap. 2, p. 185-191.

SILVA, A. F. et al. *Coturnicultura como alternativa para aumento de renda do pequeno produtor*. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v. 70, n. 3, p. 913-920, maio/jun. 2018.

VELOSO, José Antônio de Figueiredo. *Avaliação de fosfatos semi-elaborados e influência do flúor sobre o nível hepático de AMPc em frangos de corte: relatório técnico final*. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Departamento de Zootecnia, fev. 1997.

WEBQC. *Fórmula e composição elementar — Fluoreto de Sódio (NaF)*. Disponível em: <https://pt.webqc.org/compound-NaF-NaF.html>. Acesso em: 09 dez. 2025.