

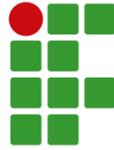
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais

Iolanda Silveira Freitas

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS  
JAPONESAS SUPLEMENTADAS COM SELÊNIO ORGÂNICO**

Rio Pomba

2020



**INSTITUTO  
FEDERAL**

Sudeste de Minas Gerais  
Iolanda Silveira Freitas

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS  
JAPONESAS SUPLEMENTADAS COM SELÊNIO ORGÂNICO**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* Rio Pomba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestra em Nutrição e Produção Animal.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Renata de Souza Reis

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Michele de Oliveira Mendonça

Rio Pomba

2020

**Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Jofre Moreira – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba**  
**Bibliotecária: Julia Aparecida Gonçalves Campos/CRB6-2640**

F862d

Freitas, Iolanda Silveira.

Desempenho zootécnico e qualidade de ovos de codornas japonesas suplementadas com selênio orgânico. / Iolanda Silveira Freitas. – Rio Pomba, 2020.

36f.: il.

Orientadora: Renata de Souza Reis.

Coorientadora: Michele de Oliveira Mendonça.

Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba.

1. Nutrição animal. 2. Codorna japonesa. 3. Coturnicultura. I. Reis, Renata de Souza. II. Mendonça, Michele de Oliveira. III. Título.

CDD: 636.5

Iolanda Silveira Freitas

**DESEMPENHO ZOOTÉCNICO E QUALIDADE DE OVOS DE CODORNAS  
JAPONESAS SUPLEMENTADAS COM SELENIO ORGÂNICO**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* Rio Pomba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestra em Nutrição e Produção Animal.

Aprovado em: 02/07/2020

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Alexandre de Oliveira Teixeira  
Doutor em Zootecnia  
Universidade Federal de São João del Rei

Prof<sup>a</sup>. Regina Tie Umigi  
Doutora em Zootecnia  
Universidade Federal de Roraima

Prof<sup>a</sup>. Renata de Souza Reis  
Doutora em Zootecnia  
Universidade Federal de São João del Rei  
Orientadora

Dedico este trabalho à Deus e a minha família.

Sem eles nada disso seria possível.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me concedido a vida e todas as condições para que eu pudesse realizar este trabalho.

À minha mãe, Waniliza Soares da Silveira, a pessoa mais importante na minha vida., pelo seu amor e carinho, sempre a motivar-me para alcançar meus sonhos.

À minha orientadora, Renata de Souza Reis, pela orientação, conselhos, confiança, pelas conversas, amizade, pelos conhecimentos transmitidos e apoio em todas as horas.

À minha coorientadora, Michele de Oliveira Mendonça, por ter despertado em mim o amor pela Avicultura, pela confiança, amizade e pelos conhecimentos transmitidos.

À Lallemand pelo fornecimento do produto Alkosel, em especial ao Lucas Mari.

Aos meus colegas de pesquisa Victor, Maria Eduarda, José Augusto, minha eterna gratidão pela colaboração de vocês na execução deste trabalho.

Ao Leir, pelo apoio, incentivo e carinho.

Aos meus amigos do mestrado Hannuar, Ítalo, Amanda, que me acompanharam durante esta jornada, pela amizade e apoio.

Aos funcionários do Setor de Avicultura, João Batista e Josiano pela ajuda e apoio.

## RESUMO

A coturnicultura, exerce um papel importante na avicultura, em especial, o segmento de codornas para postura, como atividade de relevância para o setor. No que tange a nutrição mineral para codornas, o selênio é um micromineral essencial a vida, sendo o selênio orgânico, mais facilmente absorvido e retido pelas aves, com maior biodisponibilidade. Objetivou-se avaliar o efeito da suplementação de diferentes concentrações de selênio orgânico nas rações de codornas japonesas em postura sobre o desempenho zootécnico e qualidade dos ovos. Foi utilizado um plantel de 300 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) com 14 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado composto por cinco tratamentos (controle; 0,15 ppm; 0,25 ppm; 0,35 ppm e 0,45 ppm de selênio orgânico suplementado na forma *on top* à ração das aves) com seis repetições e dez aves por unidade experimental. Foi avaliado o desempenho zootécnico (consumo de ração; produção de ovos ave/dia e ave alojada; produção de ovos comercializáveis; massa de ovos; conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos e viabilidade das aves) e a qualidade dos ovos (peso específico; peso do ovo, peso e porcentagem dos componentes). Não houve efeito significativo da suplementação com selênio orgânico nas rações das codornas sobre os parâmetros de desempenho zootécnico e a qualidade dos ovos. Conclui-se que níveis de suplementação de selênio orgânico entre 0,15 e 0,45 ppm não alteram o desempenho e a qualidade de ovos de codornas japonesas.

Palavras-chave: Aditivo. Antioxidante. Biodisponibilidade. Mineral. Selenometionina.

## **ABSTRACT**

Zootechnical performance and quality of Japanese quail eggs supplemented with organic selenium

The objective of this study was to evaluate the effect of supplementing different concentrations of organic selenium in the laying of Japanese quail diets on zootechnical performance and egg quality. A flock of 300 Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) with 14 weeks of age was used, distributed in a completely randomized design composed of five treatments (control; 0.15 ppm; 0.25 ppm; 0.35 ppm and 0.45 ppm of organic selenium supplemented in on top form to the poultry feed) with six replicates and ten birds per experimental unit. The zootechnical performance (feed consumption; egg production per day and housed bird; production of marketable eggs; egg mass; feed conversion per dozen and per egg mass and bird viability) and egg quality (specific weight, egg weight, weight and percentage of components). There was no significant effect of supplementation with organic selenium on quail diets on the parameters of zootechnical performance and egg quality. It is concluded that levels of organic selenium supplementation between 0.15 and 0.45 ppm do not alter the performance and quality of Japanese quail eggs.

Keywords: Additive. Antioxidant. Bioavailability. Mineral. Selenomethionine.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Níveis de garantia dos nutrientes por quilograma de ração .....	20
Tabela 2 – Parâmetros de desempenho zootécnico de codornas japonesas alimentadas com rações com diferentes níveis de suplementação de selênio orgânico .....	23
Tabela 3 – Parâmetros de qualidade interna e externa de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações com diferentes níveis de suplementação de selênio orgânico .....	26

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>11</b>
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>12</b>
3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A COTURNICULTURA .....	12
3.2 MINERAIS .....	12
3.3 RADICAIS LIVRES E ANTIOXIDANTES .....	14
3.4 IMPORTÂNCIA DO SELÊNIO NO METABOLISMO DAS AVES.....	15
3.5 EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE SELÊNIO SOBRE O DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS.....	17
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>30</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A coturnicultura, exerce um papel importante na avicultura, em especial, o segmento de codornas para postura, como atividade de relevância para o setor. A criação de codornas para produção de ovos, apresenta vantagens como rápido crescimento das aves, precocidade na maturidade sexual, alta produtividade, além do uso de pequenas áreas para grandes populações.

O ovo de codorna é um alimento nutritivo, rico em proteínas de alto valor biológico, vitaminas e minerais, acessível e de baixo custo de aquisição. O consumo de ovos apresenta muitos benefícios a saúde, tais como: fornecem uma grande quantidade de aminoácidos essenciais para o crescimento e desenvolvimento muscular; a vitamina D importante para a homeostasia do cálcio; vitamina A que possui funções relacionadas com a visão, colina um importante componente do cérebro, entre outros (ZEISEL, 2017; RUXTON et al., 2010).

A suplementação de selênio na ração das aves é uma prática comum na avicultura, em razão do selênio ser um micromineral essencial a vida e a saúde animal, sendo indispensável para o funcionamento normal do corpo.

Os radicais livres são gerados naturalmente no organismo por processos metabólicos oxidativos, e podem causar danos para diversas moléculas como ácidos nucleicos, lipídeos e proteínas de membrana (ALMEIDA, 2019).

O selênio destaca-se entre a variedade de substâncias antioxidantes existentes, em razão de constituir a enzima glutathione peroxidase, um antioxidante natural produzido no organismo, que tem a função de proteger as células contra os danos oxidativos (SKRIVAN et al., 2012).

Os suplementos minerais utilizados nas rações dos animais, podem normalmente apresentar selênio na forma orgânica ou inorgânica. O mineral orgânico apresenta maior biodisponibilidade, em razão de ser absorvido juntamente com a estrutura orgânica à qual está ligado (FERREIRA et al., 2018). A forma inorgânica mais comum utilizada em suplementos minerais é o selenito de sódio e a forma orgânica são as selenometionina e selenocisteína (ZANCANELA et al., 2016). Os níveis de selenito de sódio na ração apresentam-se limitados pela sua toxicidade e interações com outros minerais (CECCANTINI, 2014).

O selênio orgânico pode ser produzido por um meio contendo selênio inorgânico e leveduras que incorporam o selênio ao invés do enxofre na metionina ou cisteína, através desse processo, é formada a selenometionina e selenocisteína. (BURK, 2013). O selênio orgânico proveniente da levedura *Saccharomyces cerevisiae* é absorvido na forma de selenometionina, forma mais facilmente absorvida e retida pelas aves (OLIVEIRA et al., 2014).

De acordo com Radwan et al. (2015) a adição de selênio na ração de poedeiras pode melhorar os parâmetros que medem o desempenho produtivo e as características de qualidade dos ovos.

Na literatura há uma escassez de estudos sobre nutrição mineral para codornas, sendo de grande importância o estudo dessa, uma vez que a Coturnicultura é uma atividade em expansão.

## 2 OBJETIVOS

Avaliar o efeito da suplementação *on top* de diferentes concentrações de selênio orgânico na ração de codornas em postura (*Coturnix coturnix japonica*) sobre o desempenho zootécnico e qualidade dos ovos.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar o consumo de ração; produção de ovos ave/dia; produção de ovos ave/alojada; produção de ovos comercializáveis; peso médio e massa de ovos; conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos e viabilidade das aves.
- Verificar o peso específico, peso do ovo, peso da gema, peso do albúmen e peso da casca; e verificar a porcentagem da gema, albúmen e casca

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A COTURNICULTURA

A coturnicultura vem crescendo e ganhando espaço na agropecuária brasileira. Desse modo, nos últimos anos o setor tem apresentado desenvolvimento considerável, sendo que o efetivo de codornas no ano de 2018 alcançou 16,8 milhões de aves, crescimento de 3,9% em relação a 2017, segundo os dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019).

Segundo Pinto et al. (2002) há várias vantagens na criação de codornas para postura, tais como: rápido crescimento, precocidade na produção e maturidade sexual (35 a 42 dias), alta produtividade (média de 300 ovos/ano), ocupam pequenos espaços para grandes populações, grande longevidade em alta produção (14 a 18 meses), baixo investimento e rápido retorno financeiro.

Os estudos realizados com a nutrição, sanidade e ambiência, e a tecnificação das granjas produtoras de codornas contribuíram de forma significativa para o desenvolvimento da coturnicultura (MUNIZ et al., 2015).

Além disso, o aumento da demanda de mercado por ovos de codorna industrializado, ou seja, ovos cozidos e descascados prontos para o consumo, também contribuiu para alavancar o setor, devido a maior procura por refeições prontas pelos consumidores em razão da sua praticidade. Segundo Nilson et al. (2012) o perfil do consumo alimentar da população sofreu mudanças significativas, denotadas pelo crescente consumo de alimentos fora do domicílio e de alimentos industrializados.

O ovo de codorna é uma excelente fonte de importantes nutrientes: proteína de alto valor biológico (fornecendo todos os aminoácidos essenciais), vitaminas (riboflavina, vitamina E, vitamina B6, vitamina A, ácido fólico, colina, vitamina K, vitamina D e vitamina B12), minerais (zinco, cálcio, selênio, fósforo e ferro) e compostos ativos (luteína e zeaxantina) (ALEXANDER et al., 2016; LIU et al., 2017; GEIKER et al., 2017).

#### 3.2 MINERAIS NA NUTRIÇÃO DE AVES

Para se obter uma boa nutrição das codornas, é necessário que essas recebam quantidades adequadas de nutrientes, incluindo-se os minerais, que são considerados fundamentais ao organismo, visto que, cerca de 3 a 4% do peso vivo das aves são constituídos de minerais (BERTECHINI, 2012).

Segundo Silva e Pascoal (2014) os minerais participam de inúmeras funções no metabolismo dos animais, como componente estrutural de biomoléculas, influência no crescimento e manutenção de tecidos, ativam ações hormonais, são cofatores enzimáticos, regulam a pressão osmótica e o equilíbrio ácido- básico, influenciando assim, de forma geral, a produção animal.

Os minerais se dividem em dois grandes grupos, os macrominerais, compostos por: enxofre, cálcio, fósforo, potássio, cloro e magnésio, envolvidos em sua grande maioria em funções estruturais ou fisiológicas. E os microminerais ou elementos traços formados por: ferro, zinco, cobre, manganês, níquel, cobalto, molibdênio, selênio, cromo, iodo, e flúor, que possuem funções metabólicas juntamente com a resposta imune, reprodução e crescimento (VIEIRA, 2004). Os macrominerais são adicionados à dieta em maiores quantidades e os microminerais, são necessários em menores quantidades no organismo.

O cálcio e o fósforo são a base da formação do esqueleto; o sódio, cloro e potássio são responsáveis pelo equilíbrio ácido-básico principalmente nos tecidos moles (BERTECHINI, 2012). Além disso, os macrominerais podem atuar na manutenção da pressão osmótica, na transmissão dos impulsos nervosos e no potencial elétrico da membrana. Já os microminerais participam de rotas metabólicas essenciais para o crescimento e desenvolvimento do animal, estão presentes no sangue, são componentes de coenzimas e enzimas essenciais e de hormônios (MAIORKA e MACARI, 2002).

Os ingredientes bases na formulação de rações, milho e soja, são deficientes em microminerais, sendo importante suplementar as aves para evitar deficiências minerais (FIGUEIREDO JUNIOR, 2010). O fornecimento de níveis adequados de microminerais nas rações favorece a homeostase, sendo importante para a manutenção de funções catalíticas, estruturais, fisiológicas e regulatórias (LÓPEZ-ALONSO, 2012).

Os minerais podem ser encontrados na forma orgânica e inorgânica. Os minerais na forma orgânica estão ligados a estruturas orgânicas, tais como aminoácidos ou polissacarídeos (FERREIRA et al., 2018).

A maior biodisponibilidade dos minerais na forma orgânica segundo Gravena et al. (2011) é em razão de fatores como ele ser absorvido de maneira diferenciada pelos carreadores de aminoácidos e peptídeos no intestino delgado, que melhora a eficiência de utilização pelo organismo, pois não compete pelo mesmo transportador com outros minerais. Enquanto que a fonte inorgânica é absorvido por carreadores intestinais clássicos de minerais, sendo o excesso excretado do organismo e pouco retido nos tecidos (SURAI; FISININ, 2014). As moléculas inorgânicas, no trato gastrointestinal na forma iônica, podem interagir com outros componentes da dieta e ficar indisponível para o animal (VIEIRA, 2008).

Em galinhas poedeiras, a maior biodisponibilidade atribuída aos microminerais na forma orgânica ajuda a favorecer a maior eficiência nos processos metabólicos e fisiológicos de formação da casca e qualidade dos ovos, uma vez que aves mais velhas apresentam menor capacidade de absorção intestinal de nutrientes (SANTOS, 2014).

### 3.3 RADICAIS LIVRES E ANTIOXIDANTES

Gutiérrez-Salinas (2006) cita que um radical livre é um átomo ou molécula que contém um ou mais elétrons não pareados na sua órbita externa, apresenta alta instabilidade química, dando reatividade oxidativa a outras espécies químicas próximas. Segundo Almeida (2019) eles são gerados naturalmente no organismo por processos metabólicos oxidativos, e podem causar danos para diversas moléculas como para lipídeos de membrana, proteínas de membrana e ácidos nucleicos.

Os radicais livres atacam as proteínas na cadeia lateral, preferencialmente os aminoácidos cistina, histidina, triptofano, metionina e fenilalanina, e isso, traz danos através de clivagem de ligações, conseqüentemente, pode causar perda da atividade enzimática e comprometer o transporte das membranas e morte celular (BERGER et al., 1999).

O sistema antioxidante inibe e/ou reduz os danos causados pela ação deletéria dos radicais livres ou das espécies reativas não-radicaís (BARBOSA et al., 2010).

Esse sistema pode ser dividido em dois: sistema enzimático e não enzimático. O sistema enzimático é constituído pelas enzimas superóxido dismutase, catalase, glutathione peroxidase (selênio dependente) e glutathione redutase. E o sistema não enzimático é constituído por uma variedade substâncias exógenas, como vitaminas C e E, dentre outras (SANTOS, 2013).

O sistema antioxidante possui três diferentes mecanismos: de prevenção, varredores e reparo. O mecanismo de prevenção, impede a formação dos radicais livres ou espécies não-radicaais. O mecanismo de varredores, impede a ação radicais livres ou espécies não-radicaais. E o de reparo, favorece o reparo e a reconstituição das estruturas biológicas lesadas (KOURY; DONANGELO, 2003; CLARKSON; THOMPSON, 2000).

### 3.4 IMPORTÂNCIA DO SELÊNIO NO METABOLISMO DAS AVES

O selênio é um micromineral que possui função antioxidante, necessário ao organismo por desempenhar papel importante para o seu bom funcionamento, e segundo Zhou et al. (2013) ele é cofator de mais de 25 selenoproteínas, incluindo-se a glutathione peroxidase.

Uma das linhas de defesa do organismo capaz de proteger as células contra os danos oxidativos é composta pela enzima glutathione peroxidase, um antioxidante natural produzido pelo organismo (SKRIVAN et al., 2012). De acordo com Almeida (2019) a glutathione peroxidase está envolvida no controle antioxidante, catalisando a reação de transformação de peróxido de hidrogênio em água, e assim atua na desintoxicação de hidroperóxidos e, mantém a homeostase.

O estresse oxidativo é uma condição gerada no organismo quando existe um desequilíbrio entre oxidantes e antioxidantes trazendo consequências ao animal por produzir compostos tóxicos e dano tecidual (DEL MAESTRO, 1980; GRANGER et al., 1981). O processo depois de iniciado só cessa quando houver uma quebra destes radicais livres por meio de antioxidantes, bloqueando a reação em cadeia (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007).

As selenoproteínas estão envolvidas na regulação do estresse oxidativo e nas respostas imunes inatas e adaptativas (DALGAARD et al., 2018). Algumas

selenoproteínas estão envolvidas na ativação e diferenciação celular e, por isso, são importantes para as respostas imunes inatas e adaptativas (LEE et al., 2013).

As cadeias com duplas ligações insaturadas e poli-insaturados são as mais susceptíveis aos ataques, principalmente nos lipídios de membrana. Os radicais centrados no oxigênio atacam a cadeia lipídica, convertendo-o em novo centro de radical livre (TABOR; BLAIR, 2009). A peroxidação lipídica da membrana celular pode ser acelerada pela deficiência nutricional de selênio, que pode causar morte celular (HALLIWELL; GUTTERIDGE, 2007). Quando as células são adequadamente supridas com selênio são menos susceptíveis aos danos causados pelos radicais livres.

Segundo Gravena et al. (2011), os radicais livres podem provocar danos nas células, especificamente no DNA, causando mutações e ativação química ou viral de agentes carcinogênicos. Portanto a correta suplementação do selênio, previne e protege contra o câncer (BERTZ et al., 2018; MÉPLAN, 2018;). A atuação desse mineral vem sendo muito estudada e comprovada em humanos, como sua atuação prevenindo doenças virais e o câncer (GRAVENA, 2010).

Os suplementos minerais utilizados nas rações dos animais, podem normalmente apresentar selênio na forma inorgânica ou orgânica. A forma inorgânica mais comum utilizada em misturas minerais é o selenito de sódio e a forma orgânica são as selenometionina e selenocisteína (ZANCANELA et al., 2016). Contudo, a aplicação da forma inorgânica de selênio está sendo questionada por apresentar certas desvantagens relacionadas à interação com outros minerais, alta toxicidade relativa, baixa eficiência de transferência aos ovos e incapacidade de construir e manter as reservas do mineral no corpo (DALGAARD et al., 2018).

O selênio orgânico pode ser produzido por um meio contendo selênio inorgânico e leveduras que incorporam o selênio ao invés do enxofre na metionina ou cisteína, através desse processo, é formada a selenometionina e selenocisteína. (BURK, 2013). Esse processo ocorre em razão das semelhanças químicas do selênio com enxofre, que levam a levedura a incorporar o selênio no lugar do enxofre, durante a formação dos seus compostos celulares, inclusive de proteínas (PAN et al., 2010).

O selênio orgânico proveniente da levedura *Saccharomyces cerevisiae* é absorvido na forma de selenometionina, forma mais facilmente absorvida e retida pelas aves (OLIVEIRA et al., 2014). Segundo Almeida (2019) o selênio orgânico

apresenta como grande vantagem a deposição nos tecidos, principalmente nos músculos, servindo como reserva na forma de selenometionina.

### 3.5 EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE SELÊNIO SOBRE O DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS

A suplementação dietética de selênio é um meio eficaz para superar a deficiência do mineral e manter um alto desempenho produtivo e reprodutivo de animais de criação (SURAI; FISININ, 2016).

Radwan et al. (2015) afirmaram que a suplementação de selênio melhora os parâmetros que medem o desempenho produtivo e as características de qualidade dos ovos das aves. Os autores suplementaram 0,25 ppm de selênio orgânico na ração de galinhas poedeiras, e observaram melhoras para a produção de ovos, massa de ovos, conversão alimentar por massa de ovos e no índice de gema dos ovos.

Segundo Gjorgovska et al. (2012) a porcentagem de produção de ovos foi melhorada com a adição de selênio orgânico na alimentação das codornas japonesas.

Attia et al. (2010) indicaram que houve melhora na massa dos ovos e a conversão alimentar de galinhas suplementadas com 0,15 e 0,30 mg selênio/kg de selenito de sódio e selenometionina respectivamente.

De acordo Zia et al. (2016) que estudaram a suplementação de galinhas poedeiras com 0,3 ppm de selenito de sódio ou selênio orgânico, as aves que receberam ração suplementada com selênio orgânico obtiveram melhora na produção de ovos, massa de ovos, conversão alimentar por massa e conversão alimentar por dúzia.

Entretanto Han et al. (2017) suplementaram respectivamente 0,3 ppm de selênio na dieta de galinhas poedeiras e não obtiveram efeito para os parâmetros de desempenho e qualidade dos ovos.

Invernizzi et al. (2013) que suplementaram galinhas poedeiras com selênio orgânico e inorgânico, constatou efeito positivo no peso dos ovos e peso da casca dos ovos com 0,4 mg/kg selênio independente da fonte. Costa et al. (2009) também obtiveram melhor eficácia da suplementação com 0,4 ppm de selênio orgânico para a qualidade dos ovos de codornas japonesas.

Segundo El-Deep et al. (2017) que estudaram a suplementação de 0,3 ppm de

selênio orgânico na dieta das galinhas poedeiras, observaram melhora no desempenho produtivo e qualidade de ovos das aves criadas em clima quente.

Sara et al. (2013) obtiveram influência favorável do selênio de fonte orgânica na qualidade dos ovos das galinhas poedeiras. Semelhante ao relatado por Baylan et al. (2011) que a suplementação com selênio orgânico afetou positivamente o peso do ovo, a espessura do ovo e a unidade de Haugh de galinhas.

Contudo, Santos (2013) suplementou codornas japonesas com 20 mg/kg vitamina E, 0,2 mg/kg de selênio, e associação de 0,2 mg/kg selênio e 2,0 mg/kg de vitamina E, entretanto, o autor não observou melhora no desempenho das aves, mas observou melhora na qualidade dos ovos.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Setor de Coturnicultura do Departamento Acadêmico de Zootecnia do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* Rio Pomba, sendo o projeto aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais sob processo nº 09/2019 (Anexo 1). O período experimental teve duração de 63 dias divididos em três períodos de 21 dias cada, no período de julho a setembro de 2019.

Foi utilizado um plantel de 300 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) com 14 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado composto por cinco tratamentos (controle; 0,15 ppm; 0,25 ppm; 0,35 ppm 0,45 ppm de selênio orgânico suplementado na forma *on top* à ração das aves) com seis repetições com dez aves por unidade experimental.

Os níveis de selênio orgânico (0,15; 0,25; 0,35 e 0,45 ppm) foram incluídos da forma *on top* à ração comercial específica para codornas em postura, comumente utilizada no Setor de Coturnicultura (Tabela 1).

As aves foram alojadas em galpão de alvenaria com gaiolas metálicas. Cada gaiola foi uma unidade experimental, com dimensões de 36 x 38,5 cm<sup>2</sup> (profundidade, largura) com densidade de 138,6 cm<sup>2</sup>/ave.

A fonte de selênio orgânico utilizado provem de uma cepa específica de levedura inativada *Saccharomyces cerevisiae*, contendo o elemento selênio em sua forma natural de alimento, L (+) Selenometionina. Ele é produzido através da cultura da levedura na presença de doses controladas de selênio. Essa cepa específica de levedura absorve selênio e, bioquimicamente, o transforma na altamente biodisponível L (+) Selenometionina e outras selenoproteínas. O fabricante indica que taxa de inclusão máxima de selênio orgânico não deve exceder 0,5 ppm de selênio na ração total.

As rações experimentais foram fornecidas à vontade, três vezes ao dia, em comedouro do tipo calha, percorrendo toda a extensão das gaiolas, o comedouro foi dividido de acordo com cada tratamento e repetição. A água também foi fornecida à vontade em bebedouro tipo *nipple*, sendo um bebedouro para cada unidade experimental.

Tabela 1 – Níveis de garantia dos nutrientes por quilograma de ração comercial

<b>Nutriente</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>
Umidade (Máximo)	120,00	G
Energia Metabolizável Aparente (Mínimo)	2.800,00	Kcal
Extrato Etéreo (Mínimo)	30,00	G
Proteína Bruta (Mínimo)	220,00	G
Lisina (Mínimo)	12,00	G
Metionina (Mínimo)	4.600,00	Mg
Matéria Fibrosa (Máximo)	60,00	G
Matéria Mineral (Máximo)	127,00	G
Cálcio (Mínimo/Máximo)	32,00 / 40,00	G
Fósforo (Mínimo)	6.500,00	Mg
Fósforo Disponível (Mínimo)	3.500,00	Mg
Sódio (Mínimo)	1.800,00	Mg
Cobre (Mínimo)	8,00	Mg
Ferro (Mínimo)	32,00	Mg
Iodo (Mínimo)	1,00	Mg
Manganês (Mínimo)	80,00	Mg
Selênio (Mínimo)	0,30	Mg
Zinco (Mínimo)	66,00	Mg
Vitamina A (Mínimo)	7.000	UI
Vitamina D3 (Mínimo)	1.750	UI
Vitamina E (Mínimo)	7,00	UI
Vitamina B1 (Mínimo)	0,50	Mg
Vitamina B12 (Mínimo)	7,00	Mcg
Vitamina B2 (Mínimo)	3,85	Mg
Vitamina B6(Mínimo)	2,00	Mg
Vitamina K3 (Mínimo)	1,50	Mg
Ácido Fólico (Mínimo)	3,00	Mg
Ácido Pantotênico (Mínimo)	5,90	Mg
Niacina (Mínimo)	15,00	Mg
Colina (Mínimo)	400,00	Mg
Bacitracina de Zinco	25,00	Mg
Fitase	300	FTU

Kcal = quilocaloria

UI = Unidades Internacionais

mcg = micrograma

FTU = Unidade de Atividade de Fitase

O manejo diário consistiu em recolher e contabilizar os ovos (foram computados diariamente o número de ovos quebrados, trincados, com casca mole e sem casca), fornecer a ração, e realizar leitura das temperaturas (máxima e mínima) e umidade relativa do ar (UR).

Foram monitoradas as temperaturas e a umidade relativa, duas vezes ao dia, às 8 e às 16 horas, por meio de termohigrômetros de máxima e mínima e termômetros de bulbo seco e úmido, posicionados no centro do galpão, à altura do dorso das aves.

Foram fornecidas 17 horas de luz diárias durante todo o período experimental. Este fornecimento de luz foi controlado por um relógio automático (*timer*), que permite o acender e o apagar das luzes durante o período da noite e da madrugada, conforme o procedimento adotado nas granjas comerciais.

Os parâmetros de desempenho avaliados foram: consumo de ração; produção de ovos ave/dia e ave/alojada; produção de ovos comercializáveis; peso médio e massa de ovos; conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos e viabilidade das aves. Os parâmetros de qualidade dos ovos avaliados foram: peso específico, peso e porcentagem dos componentes.

A mensuração dos parâmetros foi obtida conforme descrição abaixo:

Ao final de cada período experimental, as sobras de ração de cada parcela foram pesadas e descontadas da quantidade de ração fornecida 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.

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

Para determinação da produção de ovos comercializáveis, em cada período de 21 dias, foi descontado o número de ovos quebrados, trincados, com casca mole e sem casca da produção total de ovos, sendo então calculada a relação entre os ovos íntegros e totais de ovos produzidos durante cada período.

Todos os ovos íntegros produzidos em cada repetição foram pesados durante os três últimos dias de cada período de 21 dias para obtenção do peso médio. O peso médio dos ovos foi multiplicado pela produção de ovos/ave/dia, obtendo-se assim a massa total de ovos.

A conversão alimentar por dúzia de ovos foi calculada pela relação do consumo total de ração em kg dividido pela dúzia de ovos produzidos (kg/dz) e a conversão

alimentar por massa de ovos calculada pelo consumo de ração em quilogramas dividido pela massa total de ovos (kg/kg).

A mortalidade das aves foi monitorada diariamente, para que ao final do período experimental seja obtida a taxa de viabilidade das aves, calculada pela diferença do número de aves vivas pelo número de aves mortas, sendo o resultado final convertido em porcentagem.

O peso específico dos ovos foi determinado no 18<sup>o</sup>, 19<sup>o</sup> e 20<sup>o</sup> dia de cada período de 21 dias, no qual os ovos de cada repetição foram imersos em soluções salinas com densidades conhecidas que variaram de 1,055 a 1,090 g/cm<sup>3</sup>, com intervalos de 0,005 g/cm<sup>3</sup>, devidamente calibradas por meio de um densímetro.

Em seguida, para a quantificação dos componentes dos ovos foram avaliados o peso da gema, o peso do albúmen e o peso da casca do ovo. Para isso, no 18<sup>o</sup>, 19<sup>o</sup> e 20<sup>o</sup> dia de cada período de 21 dias foram coletados todos os ovos íntegros, dos quais foram selecionados aleatoriamente 24 ovos de cada tratamento, sendo seis repetições de quatro ovos cada.

Os ovos de cada repetição e de cada dia foram identificados e pesados individualmente em balança com precisão de 0,001 g. Após as pesagens, os ovos foram quebrados e separada a gema do albúmen. O peso da gema de cada ovo foi registrado. O peso do albúmen foi obtido entre a diferença do peso do ovo menos o peso da gema e o peso da casca, sendo este obtido após lavagem da casca e posterior secagem em estufa de circulação forçada de ar (60°C) por 24 horas. A porcentagem de albúmen, gema e casca foi obtida dividindo-se os pesos dos respectivos componentes pelo peso do ovo e o resultado foi multiplicado por 100.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão através do software estatístico R (R CORE TEAM, 2019), considerando o nível de 0,05 de probabilidade. A igualdade dos tratamentos foi testada por meio da análise de variância, cujas suposições de normalidade e homogeneidade foram avaliadas, respectivamente, pelos testes Shapiro-Wilk e Bartlett. Na violação dessas suposições, procedeu-se a análise não-paramétrica por meio do teste Kruskal-Wallis.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas máxima e mínima observadas durante o experimento foram de  $26,8 \pm 2,2^{\circ}\text{C}$  e  $14,9 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$ , respectivamente, e a umidade relativa do ar dentro do galpão foi de  $69,2 \pm 9,4\%$ .

Os valores de temperatura acima apresentados estão fora da faixa de conforto térmico para codornas adultas, conforme Rosa et al. (2011) a temperatura de conforto térmico para codornas está entre  $18$  e  $22^{\circ}\text{C}$  e a umidade relativa do ar desejada em torno de  $60\%$ . Contudo, a condição climática registrada durante o período experimental aparentemente não prejudicou o desempenho das aves, apesar dos valores de temperatura máxima e mínima demonstrarem que as codornas podem ter sido submetidas a situações de estresse por calor e frio, respectivamente. Em estudo Santos (2016) constatou que codornas japonesas em postura podem apresentar boa resposta produtiva para temperaturas de  $17^{\circ}\text{C}$  a  $29^{\circ}\text{C}$ .

Os resultados referentes ao desempenho das codornas suplementadas com selênio orgânico estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros de desempenho zootécnico de codornas japonesas alimentadas com rações com diferentes níveis de suplementação de selênio orgânico

Parâmetros	Níveis de Suplementação de Selênio orgânico (ppm)					CV (%)
	0	0,15	0,25	0,35	0,45	
<b>Produção de ovos ave alojada (%)</b>	90,79	90,91	90,59	90,82	90,33	4,40
<b>Produção de ovos ave/dia (%)</b>	90,81	91,04	90,76	90,82	90,50	4,32
<b>Produção de ovos comercializáveis (%)</b>	89,80	90,23	89,98	90,05	89,69	4,37
<b>Massa de ovos (g/ave/dia)</b>	9,191	9,190	8,992	9,037	9,151	4,64
<b>Consumo de ração (g/ave/dia)</b>	28,41	28,05	28,12	28,03	28,22	4,07
<b>Conversão alimentar (kg/dúzia)</b>	0,376	0,371	0,372	0,372	0,375	6,45
<b>Conversão alimentar (kg/kg)</b>	3,098	3,064	3,133	3,112	3,099	6,58
<b>Viabilidade (%)</b>	99,44	99,44	99,44	100,00	99,44	1,22

CV - Coeficiente de Variação (%)

A suplementação de selênio orgânico na ração de codornas japonesas em postura não influenciou ( $p>0,05$ ) o desempenho zootécnico das aves (Tabela 2).

Esses resultados de desempenho foram semelhantes aos obtidos por Gravena et al. (2011) que não observaram efeito da suplementação de codornas japonesas com 0,35, 0,70 e 1,05 ppm de selênio orgânico na dieta para nenhum parâmetro de desempenho.

O selênio possui diversas funções que contribuem na melhora da saúde e longevidade celular e atua no sistema antioxidante (BATISTIOLI, 2019). Possivelmente, o maior nível de suplementação de selênio (0,45 ppm) possa ter aumentado a atividade antioxidante, contudo, esse não foi corroborado em melhoras produtivas.

Han et al. (2017) e Rodríguez-Alfaro et al. (2019) suplementaram respectivamente 0,4 ppm e 0,3 ppm de selênio na dieta de galinhas poedeiras e não obtiveram efeito para os parâmetros de desempenho.

O selênio e a vitamina E são substâncias com propriedades antioxidantes, que podem melhorar desempenho das aves. De acordo com Zancanela (2016) o selênio e a vitamina E atuam no organismo como potenciais antioxidantes, principalmente na defesa e combate a formação de hidroperóxidos, além disso, exercem papel fundamental no sistema imune, na reprodução e crescimento. Diante disso, Santos (2013) suplementou codornas japonesas com 20 mg/kg vitamina E, 0,2 mg/kg de selênio, e associação de 0,2 mg/kg selênio e 2,0 mg/kg de vitamina E, entretanto, o autor não observou melhora no desempenho das aves.

Segundo Zhou et al. (2013) a proteção antioxidante é dependente do selênio presente na selenoproteínas. Presumia-se que a suplementação dietética de selênio orgânico melhorasse os parâmetros de desempenho e qualidade dos ovos, em razão do selênio ser um cofator de enzimas selenoproteínas, justificada pela sua atividade antioxidante, com possibilidade de combater os radicais livres no organismo.

Em estudos para avaliar os efeitos de diferentes fontes de selênio Radwan et al. (2015) e Zia et al. (2016) ressaltaram a relação do selênio orgânico com melhora do desempenho das aves. Radwan et al. (2015) e Zia et al. (2016) adicionaram respectivamente, 0,25 ppm e 0,3 ppm de selênio orgânico na dieta de galinhas poedeiras, observaram melhoras para a produção de ovos, massa de ovos e conversão alimentar por massa de ovos. Com esses estudos, pode-se inferir que o

selênio orgânico é uma fonte de selênio mais biodisponível que as fontes inorgânicas, e isso pode ter sido manifestado em melhoras produtivas.

Essa alta biodisponibilidade do micromineral orgânico está relacionada com a melhor absorção, já que são absorvidos juntamente com a estrutura orgânica à qual estão ligados, conseqüentemente, haverá maiores concentrações desse elemento para utilização pelas células (FERREIRA et al., 2018).

Batistioli (2019) ao suplementar 0,2 ppm de selênio inorgânico ou orgânico na ração de galinhas poedeiras, não constatou melhora nos parâmetros de desempenho das aves, independente da fonte de selênio utilizada.

Podemos observar na Tabela 2 que não houve efeito no desempenho para suplementação de selênio orgânico na alimentação de codornas japonesas. Diferenças nesses resultados podem ser atribuídos aos níveis de alguns aminoácidos na dieta, como também a falta de desafio as aves.

A selenometionina sofre competição com metionina no sitio de absorção e selenocisteína sofre inibição competitiva com cisteína, lisina e arginina (WOLFFRAM et al., 1989). Essa competição da metionina com a selenometionina pode ter influenciado na absorção da selenometionina, e conseqüentemente, na absorção de selênio para a enzima glutathione peroxidase.

Além disso, a falta de desafio pode ter influenciado nos resultados obtidos. Já que, animais em estresse por calor ou em desafio imune tem uma maior exigência de selênio, devido a necessidade para síntese de anticorpos e da glutathione peroxidase (SANTOS, 2013). Um fator estressante poderia tornar a suplementação com selênio um mecanismo de defesa contra a ação de radicais livres no organismo, e com isso, evitar prejuízos no desempenho das aves suplementadas. Isso foi constatado por El-Deep et al. (2017) que observaram que a suplementação de 0,3 ppm de selênio orgânico na dieta das aves melhorou o desempenho produtivo e qualidade de ovos de galinhas criadas em clima quente.

Contudo desafiar as aves para a suplementação de selênio apresenta resultados contraditórios. De acordo com relato de Cruz e Fernandez (2011) a suplementação com minerais orgânicos, 0,3 ppm de selênio; 60 ppm de zinco e associação de 0,3 ppm de selênio + 60 ppm zinco, a suplementação do selênio orgânico não influenciou o desempenho e a qualidade interna dos ovos de codornas japonesas submetidas a estresse térmico.

Os resultados referentes a qualidade de ovos das codornas suplementadas com selênio orgânico estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Parâmetros de qualidade interna e externa de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações com diferentes níveis de suplementação de selênio orgânico

Parâmetros	Níveis de Suplementação de Selênio orgânico (ppm)					CV (%)
	0	0,15	0,25	0,35	0,45	
<b>Peso do ovo (g)</b>	10,120	10,098	9,909	9,967	10,152	2,17
<b>Peso da gema (g)</b>	3,071	3,024	3,019	3,014	3,095	3,29
<b>Porcentagem de gema (%)</b>	30,330	29,983	30,460	30,218	30,478	2,13
<b>Peso do albúmen (g)</b>	6,282	6,295	6,117	6,184	6,275	2,33
<b>Porcentagem de albúmen (%)</b>	62,075	62,333	61,722	62,067	61,831	1,08
<b>Peso da casca (g)</b>	0,768	0,779	0,774	0,769	0,782	2,58
<b>Porcentagem de casca (%)</b>	7,595	7,715	7,818	7,715	7,692	2,29
<b>Peso específico (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1,074	1,075	1,075	1,075	1,075	0,12

CV - Coeficiente de Variação (%)

A suplementação de selênio orgânico na ração de codornas japonesas em postura não influenciou ( $p>0,05$ ) a qualidade dos ovos (Tabela 3). Em estudo realizado por Gravena et al. (2011) a suplementação de 0,35, 0,70 e 1,05 ppm de selênio orgânico na dieta das codornas japonesas não alterou a porcentagem de gema, albúmen, casca e peso específico dos ovos.

O fornecimento de selênio na ração basal das aves através do suplemento mineral, parece ter sido suficiente para garantir o desempenho e a qualidade dos ovos das aves. Sendo assim, o maior aporte de selênio na alimentação das aves não influenciou esses parâmetros.

Gjorgovska et al. (2012) não observaram efeito para o percentual de gema, albúmen e casca dos ovos de codornas japonesas, independente dos níveis ou fontes de selênio. Segundo Han et al. (2017) os diferentes efeitos encontrados na literatura podem estar relacionados as espécies animais, aos alimentos para animais, o ambiente, o nível de selênio, e as fontes, entre outros.

Batistioli (2019) ao suplementar 0,2 ppm de selênio inorgânico ou orgânico na ração de galinhas poedeiras, não constatou diferença na qualidade dos ovos. Han et

al. (2017) não constatarem efeito para nenhum dos parâmetros de qualidade de ovos de galinhas poedeiras suplementadas com 0,3 mg/kg de selênio orgânico. Esse autor afirma que a condição experimental é diferente da condição de produção industrial. Na condição experimental, a temperatura, a umidade e os patógenos ambientais são rigorosamente controlados, ou seja, há menos fatores estressantes na condição experimental. No entanto, a exigência de selênio na condição de produção industrial poderia ser maior, devido ao maior número de fatores de estresse.

De acordo com Zancanela (2016) os requerimentos de minerais para os animais variam de acordo com inúmeros fatores, dentre eles: a raça, a forma química do mineral e suas inter-relações com outros minerais ou nutrientes da dieta, sendo estas capazes de aumentar ou diminuir sua absorção.

Costa et al. (2009) e Sara et al. (2013) relataram os efeitos benéficos da suplementação orgânica de selênio na qualidade dos ovos. Sendo que Costa et al. (2009) observaram que codornas suplementadas com 0,4 ppm de selênio orgânico, teve aumento no peso dos ovos. Sara et al. (2013) obtiveram influência favorável do selênio orgânico na qualidade dos ovos das galinhas poedeiras. Esses autores sugeriram que a suplementação de selênio orgânico influencia positivamente a qualidade do ovo fresco.

De acordo com Chadío et al. (2014) a atividade da glutathiona peroxidase pode ter correlação positiva com a ingestão de selênio. Isso pode justificar os resultados encontrados por Radwan et al. (2015) observaram melhora no índice de gema de galinhas poedeiras suplementadas com mesmo nível de selênio independente da fonte. E também os resultados de Invernizzi et al. (2013) que suplementaram galinhas poedeiras com selênio orgânico e inorgânico e constatou efeito positivo no peso dos ovos e peso da casca dos ovos com 0,4 mg/kg selênio independente da fonte.

Os níveis indicados nas tabelas como no caso do *National Research Council* (NRC) muitas vezes diferem dos utilizados comercialmente, pois em muitos casos foram determinados em condições diferentes das condições climáticas brasileira (ZANCANELA, 2016).

De acordo com Surai e Fisinin (2014) a deficiência de selênio pode tornar as células mais suscetíveis ao processo oxidativo, causando danos nas moléculas e membranas biológicas. Segundo Roman et al. (2014) o selênio pode apresentar capacidade tóxica quando ingerido em altas concentrações. A deficiência de selênio

e a capacidade tóxica, não sucedeu neste estudo, já que, nenhum efeito prejudicial ao desempenho e a qualidade dos ovos foi encontrado. Portanto, estudos adicionais podem considerar aumentar o nível de selênio para explorar o efeito dos níveis no desempenho e qualidade dos ovos de codornas japoneses em postura.

## 6 CONCLUSÕES

Níveis de suplementação de selênio orgânico entre 0,15 e 0,45 ppm na forma *on top* na ração comercial não alteram o desempenho e a qualidade de ovos de codornas japonesas na fase de 14 a 23 semanas de idade das codornas.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDER, D. D.; MILLER, P. E.; VARGAS, A. J.; WEED, D. L.; COHEN, S. S. Meta-analysis of egg consumption and risk of coronary heart disease and stroke. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 35, n. 8, p. 704-716, 2016.

ALMEIDA, J. L. S. **Fontes e níveis de selênio on top na dieta de leitões desmamados**. 2019. 63 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2019.

ATTIA, Y. A.; ABDALAH, A. A.; ZEWEIL, H. S.; BOVERA, F.; TAG EL-DIN, A. A.; ARAFT, M. A. Effect of inorganic or organic selenium supplementation on productive performance, egg quality and some physiological traits of dual-purpose breeding hens. **Czech Journal of Animal Science**, v. 55, p. 505-519, 2010.

BAYLAN, M.; CANOGULLARI, S.; AYASAN, T.; COPUR, G. Effects of dietary selenium source, storage time, and temperature on the quality of quail eggs. **Biological Trace Element Research**, p. 143:957–964, 2011.

BARBOSA, K.B. F.; COSTA, N.M.B.; ALFENAS, R.C.G.; PAULA, S.O.; MINIM, V.P.R.; BRESSAN, J.B. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 4, p. 629-643, jul./ago., 2010.

BATISTIOLI, J. S. **Suplementação da dieta de poedeiras comerciais com diferentes fontes de selênio: saúde, desempenho e qualidade de ovos**. 2019. 64 f. Dissertação - (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia câmpus de Botucatu, Botucatu, SP, 2019.

BERGER, P.; KARPEL VEL LEITNER, N.; DORE, M.; LEGUBE, B. Ozone and hydroxyl radicals induced oxidation of glycine. **Water Research**, v. 33, n. 2, p. 433-441, 1999.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástrico**. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2012.

BERTZ, M.; KÜHN, K.; KOEBERLE, S.C.; MÜLLER, M.F.; HOELZER, D.; THIES, K.; DEUBEL, S.; THIERBACH, R.; KIPP, A.P. Selenoprotein h controls cell cycle progression and proliferation of human colorectal cancer cells. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 127, p. 98-107, 2018.

BURK, R. F. Selenium in man. **Trace elements in human health and disease**, 2, 105, 2013.

CECCANTINI, M. Seleno hidroxí metionina: inovador antioxidante. **Agroindústria**, n. 133, p. 20-24, 2014.

CHADIO, S. E. et al. Effects of high selenium and fat supplementation on growth performance and thyroid hormones concentration of broilers. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v. 9, p. 202-207, 2014.

CLARKSON, P. M.; THOMPSON, H. S. Antioxidants: what role do they play in physical activity and health? **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 72, n. 2, p. 637-46, 2000.

COSTA, F. G. P.; RODRIGUES, V. P.; GOULART, C. C.; OLIVEIRA, C. F. S.; NOBRE, I. S.; PINHEIRO, S. G. Efeitos da suplementação de Sel-Plex, Bio-Mos e Bio-Plex sobre a qualidade dos ovos de codornas japonesas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá, 2009.

CRUZ, V.C.; FERNANDEZ, I.B. Effect of organic selenium and zinc on the performance and egg quality of japanese quails. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.13, n.2, p.91-95, 2011.

DALGAARD, T. S.; BRIENS, M.; ENGBERG, R. M.; LAURIDSEN, C. The influence of selenium and selenoproteins on immune responses of poultry and pigs. **Animal Feed Science and Technology**, 238, 73-83, 2018.

DEL MAESTRO, R. F. An approach to free radicals in medicine and biology. **Acta Physiologica Scandinavica. Supplementum**, v. 492, p. 153-68, 1980.

EL-DEEP, M. H.; SHABAAN, M.; ASSAR, M. H.; ATTIA, K.H.M; SAYED, M. A. M. Comparative Effects of different dietary selenium sources on productive performance, antioxidative properties and immunity in local laying hens exposed to high ambient temperature. **Journal Animal and Poultry Prod.**, v. 8, n. 9, p. 335 - 343, 2017.

FERREIRA, B. C.; BRITO, C. O.; CORDEIRO, M. D.; BARBOZA, W. A.; BINOTI, D.H.; CUNHA, C. F. VARGAS JÚNIOR, J. G. Relação zinco cobre em dietas de

codornas japonesas em postura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 2, p. 588-596, 2018.

FIGUEIREDO JUNIOR, J. P. **Níveis de minerais orgânicos na alimentação de poedeiras semipesadas**. 2010. 42 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

GEIKER, N. R. W.; LARSEN, M. L.; DYERBERG, J.; STENDER, S.; ASTRUP, A. Eggs do not increase the risk of cardiovascular disease and can be safely consumed. **Ugeskr Laeger**, v. 15, p. 179- 199, 2017.

GJORGOVSKA, N.; KIRIL, F.; VESNA, L.; TOSHO, k. The effect of different levels of selenium in feed on egg production, egg quality and selenium content in yolk. **Lucrari Stiintifice Seria Zootehnie**, v. 57, p. 270-274, 2012.

GRANGER, D. N.; RUTILI, G.; MCCORD, J. M. Superoxide radicals in feline intestinal ischemia. **Gastroenterology**, v. 81, n. 1, p. 22-29, 1981.

GRAVENA, R. A. **Suplementação de ração de codornas com selênio, zinco e manganês de fonte orgânica**. 2010. 67 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal, SP, 2010.

GRAVENA, R. A.; MARQUES, R. H.; PICARELLI, J.; SILVA, J. D. T.; ROCCON, J.; HADA, F. H.; QUEIROZ, S. A.; MORAES, V. M. B. Supplementation in quail diet with organic minerals on performance and egg quality. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p.1453–1460, 2011.

GUTIÉRREZ-SALINAS, J. Qué sabe usted acerca de radicales libres. **Revista Mexicana de Ciências Farmacêuticas**. V. 37, n. 4, p. 69-73, 2006.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free radicals in biology and medicine**. Estados Unidos: Oxford university press, 2007. 851 p.

HAN, X. J.; QIN, P.; LI, W. X.; MA, Q. G.; JI, C.; ZHANG, J. Y.; ZHAO, L. H. Effect of sodium selenite and selenium yeast on performance, egg quality, antioxidant capacity, and selenium deposition of laying hens. **Poultry Science**, v. 96, p. 3973–3980, 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal 2018**. Rio de Janeiro, v. 46, p. 1-8, 2019. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2018\\_v46\\_br\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2018_v46_br_informativo.pdf). Acesso em: 26 mai. 2020.

INVERNIZZI, G.; AGAZZI, A.; FERRONI, M.; REBUCCI, R.; FANELLI, A.; BALDI, A.; DELL'ORTO, V.; SAVOINI, G. Effects of inclusion of selenium-enriched yeast in the diet of laying hens on performance, eggshell quality, and selenium tissue deposition. **Italian Journal of Animal Science**, v. 12, n. 1, 2013.

KOURY, J. C.; DONANGELO, C. M. Zinco, estresse oxidativo e atividade física. **Revista de Nutrição**, v. 16, n. 4, p. 433-41, 2003.

LEE, B. C. et al. AMsrB1 and MICALs regulate actin assembly and macrophage function via reversible stereoselective methionine oxidation. **Molecular cell**, v. 51, n. 3, p. 397-404, 2013.

LIU, M. et al. Microfluidic assessment of frying oil degradation. **Scientific Reports**, V. 6, p. 27970, 2016.

LÓPEZ-ALONSO, M. Trace minerals and livestock: not too much not too little. **ISRN Veterinary Science**, v. 2012, p.1-18, 2012.

MAIORKA, A.; MACARI, M. Equilíbrio ácido-básico. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002.

MÉPLAN, C. Association of single nucleotide polymorphisms in selenoprotein genes with cancer risk. **Methods in Molecular Biology**, v.1661, p. 313-324, 2018.

MUNIZ, J. C. L.; BARRETO, S. L. T.; VIANA, G. S.; REIS, R. S., MENCALHA R.; BARBOSA L. M. R.; FERREIRA, R. C. Desempenho e qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes rações comerciais. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 5, n.1. p. 95-100, julho, 2015.

NILSON, E. A. F., JAIME, P. C., RESENDE, D. O. Iniciativas desenvolvidas no Brasil para a redução do teor de sódio em alimentos processados. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 34, n. 4, p. 287–92, 2012.

NRC - N.R.C., 1994. **National Research Council. Nutrient Requirements of Poultry**. 9th Ed. National Academy of Sciences. Washington, D.C., USA

OLIVEIRA, T. F. B. et al. Effect of different sources and levels of selenium on performance, meat quality, and tissue characteristics of broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 23, p. 15-22, 2014.

PAN, E. A. et al. Desempenho de poedeiras semipesadas arraçadas com a suplementação de selênio orgânico. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 16, n. 1, p. 83-89, 2010.

PINTO, R.; FERREIRA, A. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; VARGAS, J. G. J. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1761-1770, 2002.

R CORE TEAM (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 20 de out. 2019.

RADWAN, N. L.; SALAH ELDIN, T. A.; EL-ZAIAT, A. A.; MOSTAFA, M. A.S.A. Effect of dietary nano-selenium supplementation on selenium content and oxidative stability in table eggs and productive performance of laying hens. **International Journal of Poultry Science**, v. 14, n. 3, p. 161-176, 2015.

RODRÍGUEZ-ALFARO, M.; SALAS-DURÁN, C.; OROZCO-VIDAORRETA, C. Suplementación de gallinas ponedoras con selenio orgánico y su transferencia al huevo. **Agronomía Mesoamericana**, v. 30, n. 1, p. 239-253, 2019.

ROMAN, M.; JITARU, P.; BARBANTE, C. Selenium biochemistry and its role for human health. **Metallomics**, v. 6, n. 1, p. 25-54, 2014.

ROSA, G. A.; SORBELLO, L. A.; DITTRICH, R. L.; MORAES, M. T. T.; OLIVEIRA, E. G. Perfil hematológico de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) sob estresse térmico. **Ciência Rural**, v. 41, n. 9, p. 1605-1610, 2011.

RUTZ, F.; MURPHY, R. Minerais orgânicos para aves e suínos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE USO DA LEVEDURA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1., 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2009. p. 21-36.

RUXTON, C. H. S.; DERBYSHIRE, E.; GIBSON, S. The nutritional properties and health benefits of eggs. **Nutrition e Food Science**, v. 40, n. 3, p. 263 – 279, 2010.

SARA, A.; BENTEÁ, M.; CRETA, C.; ANI, A. The effects of some additives on egg quality in laying hens. **Animal Science and Biotechnologies**, Napoca, v. 70, p. 344–351, 2013.

SANTOS, M. J. B. **Modelos para avaliar o enriquecimento de selênio e vitamina E nos ovos de codornas japonesas e galinhas de postura**. 2013. 129 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2013.

SANTOS, T.C. **Associação de diferentes temperaturas e velocidades do ar sobre as respostas comportamentais, temperatura de superfície corporal e produção de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*)**. 2016. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, VIÇOSA, MG, 2016.

SILVA, J. H. V.; PASCOAL, L. A. F. Função de disponibilidade dos minerais. In: SAKOMURA, N. K. et al. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2014.

SKRIVAN, M.; MAROUNEK, M.; ENGLMAIEROVÁ, M.; SKŘIVANOVÁ, E. Influence of dietary vitamin C and selenium, alone and in combination on the composition and oxidative stability of meat of broilers. **Food Chemistry**, v. 130, n. 4, p. 660-664, 2012.

SURAI, P. F.; FISININ, V. I. Selenium in poultry breeder nutrition: an update. **Animal Feed Science and Technology**, v. 191, n. 1, p. 1-15, 2014.

SURAI, P. F.; FISININ, V. I. Selenium in sow nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, 211, 18-30, 2016.

TABOR, A.; BLAIR, R. M. **Nutritional Cosmetics: Beauty from Within**. Amsterdam: William Andrew, 2009. 584 p.

VIEIRA, S. L. Minerais quelatados na nutrição animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 11., 2004, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal – CBNA, 2004. p. 51-70.

VIEIRA, S. L. Chelated minerals for poultry. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 10, n. 2, p. 73-79, 2008.

ZANCANELA, V. **Níveis de suplementação de selênio e vitamina e para codornas de corte em crescimento**. 2016. 111 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2016.

ZEISEL, S. Choline, other methyl-donors and epigenetics. **Nutrients**; v. 29, n. 9, p. 5- 13, 2017.

ZIA, M. W.; KHALIQUE, A.; NAVEED, S.; HUSSAIN, J. Impact of selenium supplementation on productive performance and egg selenium status in native aseel chicken. **Italian Journal of Animal Science**, v. 15, n. 4, p. 649–657, 2016.

ZHOU, J.; HUANG, K.; LEI, X. G. Selenium and diabetes - evidence from animal studies. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 65, p. 1548-1556, 2013.

WOLFFRAM, S.; BERGER, B.; GRENACHER, B.; SCHARRER, E. Transport of seleno amino acids and their sulfur analogues across the intestinal brush border membrane of pigs. **The Journal of Nutrition**, v. 119, n. 5, p. 706-712, 1989.

## ANEXO 1



**INSTITUTO  
FEDERAL**

Sudeste de Minas Gerais

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS**

**COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS**

---

## CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Desempenho zootécnico e qualidade de ovos de codornas japonesas suplementadas com selênio orgânico", registrada com protocolo o nº 09/2019 sob a responsabilidade de Renata de Souza Reis que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais- IF Sudeste MG, em reunião de 21 de maio de 2019.

Finalidade	<input type="checkbox"/> Ensino <input checked="" type="checkbox"/> Pesquisa Científica
Vigência da autorização	06/06/2019 a 08/10/2019
Espécie/linhagem/raça	Coturnix coturnix japonica
Nº de animais	300
Peso/ Idade	120 gramas/89 a 132 dias de idade
Sexo	fêmea
Origem/local	Setor de Avicultura do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais Campus Rio Pomba

Cláudia Aparecida Patrício Moreira

Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais do IF Sudeste MG

Portaria R – nº 1369/2017

07 de dezembro de 2017