

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

SELÊNIO LEVEDURA E VITAMINA C NO DESEMPENHO
PRODUTIVO, REPRODUTIVO E DE INCUBAÇÃO EM
CODORNAS JAPONESAS E SUA PROGÊNIE

Autora: Aires Santos Silva

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Tatiana Carlesso dos Santos

MARINGÁ
Estado do Paraná
Abril – 2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Autora: Aires Santos Silva

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Tatiana Carlesso dos Santos

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de Concentração Produção Animal.

MARINGÁ

Estado do Paraná

Abril – 2022

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

S586s

Silva, Aires Santos

Selênio levedura e vitamina C no desempenho produtivo, reprodutivo e de incubação em codornas japonesas e sua progênie / Aires Santos Silva. -- Maringá, PR, 2022.
87 f. figs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Tatiana Carlesso dos Santos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2022.

1. Ácido ascórbico. 2. MDA - Maturidade e Dimorfismo - Codornas. 3. Espermatozóides - Codornas Japonesas. 4. Mineral orgânico. I. Santos, Tatiana Carlesso dos, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 23.ed. 636.6

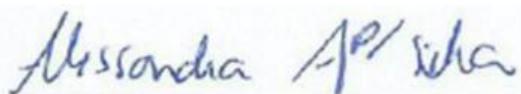
SELÊNIO LEVEDURA E VITAMINA C NO
DESEMPENHO PRODUTIVO, REPRODUTIVO E DE
INCUBAÇÃO EM CODORNAS JAPONESAS E SUA
PROGÊNIE

Autora: Aires Santos Silva

Orientadora: Profª Drª Tatiana Carlesso dos Santos

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção Animal

APROVADA em 01 de abril de 2022.



Profª Drª Alessandra Aparecida
Silva



Profª Drª Elis Regina de Moraes
Garcia



Profª Drª Tatiana Carlesso dos Santos
Orientadora

“Contudo, não eu, mas a graça de Deus comigo”.

1 Coríntios 15:10

À minha amada mãe Amelia Rodrigues dos Santos Silva, fonte de inspiração, bondade e amor e ao meu pai Amadeu de Jesus Silva, que fizeram tudo ao seu alcance para que eu pudesse estar onde estou hoje. Amo vocês com a minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Virgem Maria que me auxiliaram chegar até aqui, pela força, carinho, consolo e apoio, foi muito cuidado de Deus para comigo, por isso, hoje rendo graças a Ti, Meu Senhor.

À minha mãe Amelia, pela força e aconchego em todos os momentos da minha vida, minha motivação diária. Ao meu pai Amadeu por sempre se dispor em me ajudar em toda essa fase, sertanejos simples, de pouca escolaridade, mas que desde cedo me ensinaram o que é ser reto, íntegro, a batalhar pelo seu e ser sempre pé no chão, eu sei de onde vim, as minhas origens jamais serão esquecidas, muito obrigada! É tudo por vocês.

Aos meus amados irmãos, Adriana, Cassiane, Elaine, Fabiana, José Clebson, por sempre acreditarem em mim, pela paciência, amizade e carinho, e Everton (*in memoriam*) que não pôde celebrar comigo essa vitória, mas, sei que onde você estiver, estará muito orgulhoso de mim, guardar-te-ei sempre nas nossas melhores lembranças e eternamente no meu coração.

Aos meus sobrinhos, Davi, Guilherme, Levy, Lucas, Malu, Miguel e Vitória, por todos os momentos alegres, pela leveza, por toda pureza, e por trazerem paz e calma nos momentos em que mais precisei durante essa jornada, muitas foram as ligações que me faziam estar perto, mesmo há vários quilômetros de distância, amo vocês! À minha vó Maria Onélia, por todo incentivo, carinho e por sempre me acolher, agradeço Vó!

A minha orientadora Tatiana Carlesso, pela oportunidade, pelos puxões de orelha e principalmente pelas valiosas dicas no último semestre para o desenvolvimento deste trabalho, obrigada de coração.

Aproveito e agradeço a todo grupo de pesquisa Gemorfia, os estagiários, bolsistas e pós-graduandos que me ajudaram sempre que podiam, sem vocês esse trabalho não seria

possível, agradeço a Marina, Tainara, Rodrigo, Letícia, Wesley, Stefany, Mariana e Naiara.

A Universidade Estadual de Maringá, pelo conhecimento e a oportunidade de expandir meus horizontes, a todo corpo docente, reconheço o esforço gigante em proporcionar aos alunos as melhores condições em meio a pandemia. Em especial, aos professores que fizeram total diferença em minha formação, Prof.^a Simara Marcatto, Prof.^a Leila Pessôa, e o Prof. Leandro Castilha, obrigada por toda dedicação.

À Alltech, pela disponibilidade dos produtos e pela confiança.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa por esse período que viabilizou minha estadia.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi – FEI, vocês colaboraram para que eu pudesse desenvolver este trabalho, em especial, ao Sr. Vicente, Denilson, Toninho da fábrica, Toninho das aves, Valter, Valdecir, Hulk e Maurício, obrigada por toda ajuda!

Agradeço ainda, aos funcionários do LANA, Ulisses e Osvaldo, por toda ajuda e orientações. A Bianka e Jessyca que me auxiliaram em todas as análises que realizei, obrigada por todas as dicas valiosas. Agradeço a Solange nossa secretária nota dez, por todas as dúvidas esclarecidas e por todo serviço prestado a mim, sempre com clareza e atenção.

Agora, de forma singular, gostaria de agradecer de todo o meu coração aos amigos que fiz durante esse período. Agradeço a Marina Ximenes, pela amizade, lealdade e todas as manifestações de carinho e cuidado que teve comigo. Ao Alan Oliveira, por toda ajuda e amizade. Ao Marcos Adriano, pela leveza de viver a vida e compartilhar essa alegria a todos em sua volta, pela amizade, pela presteza em sempre se dispor a me ajudar, pela carona de todos os fins de semana e feriados, pela ajuda no manejo e nas coletas. Ao Pedro Afonso, pela presença em todos os dias que estive em Maringá, pela ajuda nas coletas por todo carinho e amizade neste período. À Jessyka Laura, pela paciência, amizade, por chegar sempre junto na acolhida, pelos abraços. À Keila, por todos os nossos cafés, obrigada por ser a pessoa que visita cafeterias comigo, obrigada querida pela amizade. Nada que eu fale será menos do que todos vocês merecem, Deus os abençoe precisamente!

Agradeço ainda, a Cíntia por toda ajuda nesses dois anos, obrigada por me acolher tão bem nessa cidade, por todas as dicas, por toda amizade e sempre me incentivar, dividimos nossos anseios juntas, você é demais, Goiás! Agradeço a Sillas Mayron, pela amizade e por todo acolhimento nesse período, agradeço ainda a Angélica Khatab, por toda atenção comigo, pelas dicas preciosas, orientações e amizade. Vocês fizeram dar certo, obrigada de verdade!

Aos amigos de sempre, que me ajudaram com palavras de sabedoria, amor, carinho e bondade, obrigada por tudo, Gaby, Ciely, Glênio, Letícia Freitas e Edilaine. Vocês fazem parte disso também, obrigada por tudo!

Meu muito obrigada a todos que fizeram parte dessa contemplação pessoal, meus sinceros agradecimentos! Deus abençoe nossas vidas, que venham novos começos! Abraços fraternos.

BIOGRAFIA

Aires Santos Silva, mãe zeladora e autônoma Amelia Rodrigues dos Santos Silva e pai lavrador Amadeu de Jesus Silva, nascida em 28 de julho de 1994 em Nossa Senhora da Glória – Sergipe.

Nascida em uma família populosa com quatro irmãs e um irmão, sendo a filha mais nova. Em 2012 concluiu o ensino médio na Escola Estadual Cicero Bezerra. Em 2013 iniciou no curso técnico de ACS (Agente comunitário de Saúde).

Em 2015, iniciou sua graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Sergipe - Campus Sertão, Glória – SE, finalizando em 2020.

Em março de 2020, ingressou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia na Universidade Estadual de Maringá no Paraná, na área de concentração produção animal, e submeteu-se a banca examinadora em março de 2022.

INDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURA.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
I-INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Selênio.....	14
2.2 Formas de selênio e absorção.....	15
2.3 Vitamina C.....	18
2.3 Fontes de vitamina C	18
2.4 Funções da vitamina C.....	19
2.5 Fontes e reações de espécies reativas de oxigênio (ROS)	21
2.6 Proteção contra o estresse oxidativo: Atividade antioxidante.....	23
2.7 Estresse oxidativo na reprodução de aves.....	25
2.8 Qualidade de ovos para incubação.....	27
2.9 Incubação.....	27
2.10 Eclosão	28
2.11 Qualidade de pintinho.....	29
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
II- OBJETIVOS GERAIS.....	38

III- Se levedura e vitamina C em dietas para codornas japonesas: desempenho produtivo e perfil oxidativo das matrizes e sua progênie.....	39
1. Introdução.....	41
2. Materiais e Métodos.....	42
3. Resultados	48
4. Discussão	49
5. Conclusão	53
6. Referências.....	53
IV - Selênio levedura e vitamina C sobre o desempenho reprodutivo e de incubação e o perfil oxidativo da progênie de reprodutores de codornas japonesas.....	64
1. Introdução	66
2. Material e Métodos	67
3. Resultados	73
4. Discussão.....	76
5. Conclusões	82
6. Referências.....	82
V- CONSIDERAÇÕES FINAIS	100

LISTAS DE TABELAS

	Páginas
Capítulo III	
TABELA 1. Composição das dietas experimentais para codornas em postura e codornas na fase inicial.....	57
TABELA 2. Desempenho produtivo e qualidade de ovos de matrizes de codornas japonesas (5 fêmeas e 2 machos) suplementadas com selênio levedura e vitamina C com idade de 16 a 25 semanas.....	59
TABELA 3. Desempenho produtivo (média+desvio padrão) da progênie de matrizes de codornas japonesas suplementadas com selênio levedura e Vitamina C com idade de 1 a 35 dias.....	60
TABELA 4. Variáveis sanguíneas séricas de fêmeas e machos de codornas japonesas (n=10) suplementadas com selênio levedura e vitamina C.....	61
TABELA 5. Perfil antioxidante mensurada pela inibição do radical DPPH (%) no fígado, gema e no soro liofilizado de matrizes e reprodutores de codornas japonesas alimentadas com selênio levedura e vitamina C (n=4)	63
TABELA 6. Peroxidação lipídica (%) no fígado, gema e no soro liofilizado de matrizes e reprodutores de codornas japonesas alimentadas com selênio levedura e vitamina C (n=4)	63
Capítulo IV	
TABELA 1. Composição das dietas experimentais para codornas em postura e codornas na fase inicial.....	89
TABELA 2. Valores de beta de codornas reprodutores de codornas japonesas referente ao desempenho reprodutivo.....	91
TABELA 3. Dados médios observados e estimados referente ao desempenho de incubação (n=12) e qualidade de progênie de ovos (n=50 aves) oriundos de codornas japonesas suplementadas com selênio levedura e vitamina C.....	93
TABELA 4. Escore de Pasgar [®] e qualidade da progênie resultante de codornas japonesas alimentadas com substâncias antioxidantes (n=50)	95
TABELA 5. Dados médios observados sobre a % de sequestro de captura do DPPH, em tecidos como músculo, fígado saco vitelínico liofilizado de embriões e pintinhos	

oriundos de ovos de codornas japonesas suplementadas com selênio levedura e vitamina C..... 96

TABELA 6. Dados médios observados sobre o TBARS, em tecidos como músculo, fígado, saco vitelínico liofilizado de embriões e pintinhos oriundos de ovos de codornas japonesas suplementadas com selênio levedura e vitamina C..... 97

TABELA 7. Desdobramento da interação entre os períodos de armazenamentos dos ovos antes da incubação com dietas experimentais para quantificar MDA (g) no músculo liofilizado de embriões de 15 dias 98

TABELA 8. Desdobramento da interação entre os períodos de armazenamentos dos ovos antes da incubação com dietas experimentais para quantificar MDA (g) no músculo liofilizado de pintainho de 1 98

TABELA 9. Desdobramento da interação entre os períodos de armazenamentos dos ovos antes da incubação com dietas experimentais para quantificar MDA (g) no músculo liofilizado de pintainho de 7 dias 98

TABELA 10. Desdobramento da interação entre os períodos de armazenamentos dos ovos antes da incubação com dietas experimentais para quantificar MDA (g) no fígado liofilizado de embriões de 15 dias 98

TABELA 11. Desdobramento da interação entre os períodos de armazenamentos dos ovos antes da incubação com dietas experimentais para quantificar MDA (g) no fígado liofilizado de pintainho de 1 dia 99

TABELA 12. Desdobramento da interação entre os períodos de armazenamentos dos ovos antes da incubação com dietas experimentais para quantificar MDA (g) no fígado liofilizado de pintainho de 7 dias 99

TABELA 13. Desdobramento da interação entre os períodos de armazenamentos dos ovos antes da incubação com dietas experimentais para quantificar MDA (g) no saco vitelínico liofilizado de embrião de 15 dias 99

TABELA 13. Desdobramento da interação entre os períodos de armazenamentos dos ovos antes da incubação com dietas experimentais para quantificar MDA (g) no saco vitelínico liofilizado de embrião de 1 dia 99

LISTA DE FIGURA

Página

FIGURA 1. Gráfico dos efeitos dos tratamentos e dos dias após a cópula sobre o número de buracos presente na membrana vitelínica, sobre a área do disco germinativo em codornas japonesas quando as fêmeas, os machos e os casais receberam as dietas experimentais. Detalhe da membrana perivitelínica corada com PAS para identificar os pontos de hidrólises (buracos) causados pelos espermatozoides – pontos brancos..... 89

RESUMO GERAL

Os efeitos da suplementação de selênio levedura (SeLev) e de vitamina C (vitC), em dieta de matrizes de codornas japonesas, sobre o desempenho produtivo, reprodutivo, de incubação e perfil oxidativo de reprodutores, embriões e pintainhos na primeira semana de vida, foram estudados dois experimentos. No experimento I, objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação de selênio levedura e vitamina C em dietas de codornas japonesas sobre o desempenho produtivo, qualidade dos ovos, desempenho da progênie, além da atividade sérica, estado antioxidante e peroxidação lipídica. As codornas japonesas (16 semanas) foram distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso com 5 tratamentos e 12 repetições de 7 aves (2 machos e 5 fêmeas). Os tratamentos consistiram em ração basal: 0,25mg Se inorgânico; 0,3Sell: ração basal+0,3 mg SeLev; 0,6Sell: ração basal+0,6 mg SeLev; 0,2Eco: ração basal+0,3 mg SeLev + 6,37 mg vitC; e 0,4Eco: ração basal+0,6 mg SeLev+13,08 mg vitC). Os dados foram submetidos a ANOVA e teste Tukey. Não houve efeito das dietas sobre o desempenho produtivo, a qualidade de ovos e o desempenho de progênie. Nas análises de bioquímica séricas, nas dietas em que as aves foram suplementadas houve redução dos níveis de colesterol para as fêmeas e dos triglicerídeos para as fêmeas e os machos. Para os machos que receberam as dietas com 0,6Sell observou-se menores concentrações de colesterol. Houve efeito das dietas suplementadas na capacidade antioxidante no soro das fêmeas, fígado e gema, sem diferenças entre estas. Para os machos, esse mesmo efeito não foi verificado. Houve efeito das dietas sobre a peroxidação lipídica no fígado, gema e soro de machos e fêmeas, as menores médias encontradas foram observadas nas dietas 0,6 Sell e 0,2 Eco. Concluiu-se que as dietas suplementadas com SeLev com e sem vitC aumentam a capacidade antioxidante e reduzem a peroxidação lipídica no soro sanguíneo, fígado e gema, sendo indicado em grupos reprodutores de codornas japonesas. No experimento II, objetivou-se avaliar os efeitos do SeLev e vitC sobre o desempenho de incubação e perfil oxidativo dos pintainhos durante a fase embrionária e a primeira semana de vida, e desempenho reprodutivo (fêmeas e machos) por meio da contagem do número de pontos de hidrólise no disco germinativo, em ovos de codornas japonesas. Para o desempenho de incubação, não se verificou efeito das dietas sobre a eclodibilidade, fertilidade, mortalidade total e

escore de Pasgar. Os pintinhos oriundos de matrizes suplementadas com SeLev apresentaram maiores valores de % DPPH no saco vitelínico, músculo do peito e no fígado, sem diferença entre elas. O armazenamento dos ovos por até 8 dias aumentou a peroxidação lipídica do saco vitelínico, músculo do peito e fígado em embriões e pintinhos, enquanto a suplementação com SeLev nas matrizes, reduziu os valores de MDA, principalmente nos tratamentos associados com a vitC. Para determinar o número de pontos de hidrólise na membrana perivitelina (PHMP) sobre a área do disco germinativo foram utilizados 10 casais/tratamento. As dietas suplementadas e os dias após a cópula tiveram efeito sobre a variável. Quando apenas as fêmeas receberam as dietas experimentais, o número de PHMP foi maior, com maiores valores nos tratamentos 0,6 Sell e 0,4 Eco. Conclui-se que a suplementação das dietas com SeLev com ou sem vitC aumenta a quantidade de espermatozoides no oviduto da fêmea, melhora a capacidade antioxidante e reduz a peroxidação lipídica em embriões e pintainhos, indicando benefício no uso de suplementos com SeLev em dietas para reprodutores de codornas japonesas.

Palavras-chave: Ácido ascórbico, espermatozoides, mineral orgânico, MDA.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effects of selenium yeast (SeLev) and vitamin C (vitC) supplementation in Japanese quail breeder diets on the productive, reproductive, hatchery performance and oxidative profile of broodstock, embryos and chicks in the first week of life. In experiment I, we aimed to evaluate the effects of selenium yeast + vitamin C supplementation in Japanese quail diets on productive performance, egg quality, offspring performance, as well as serum activity, antioxidant status and lipid peroxidation. Japanese quails (16 weeks old) were distributed in an entirely randomized design with 5 treatments and 12 replicates of 7 birds. Treatments consisted of basal feed: 0.25 mg Se inorganic; 0.3Sell: basal feed+0.3 mg SeLev; 0.6Sell: basal feed+0.6 mg SeLev; 0.2Eco: basal feed+0.3 mg SeLev + 6.37 mg vitC; and 0.4Eco: basal feed+0.6 mg SeLev+13.08 mg vitC) With 12 repetitions/treatment, 7 birds (5 females + 2 males). Data were subjected to ANOVA and Tukey test. There was no effect of diets on productive performance, egg quality and progeny performance. In the serum biochemistry analysis, the supplemented diets reduced cholesterol levels for females and triglyceride levels for females and males. In the males there was an effect of the diets for cholesterol, being the 0.6Sell with the lowest values. There was an effect of the diets on the antioxidant capacity in the serum of the females, liver and yolk, with higher means in the supplemented diets, without differences among them. For the males, there was no effect of the diets on serum. There was an effect of the diets on lipid peroxidation in liver, yolk, and serum of males and females. It was concluded that diets supplemented with SeLev with and without vitC increase antioxidant capacity and reduce lipid peroxidation of blood serum, liver and yolk, being indicated in breeding groups of Japanese quails. In experiment II, the aim was

to evaluate the effects of selenium and vitamin C on incubation performance and oxidative profile of chicks during the embryonic phase and first week of life, and reproductive performance by counting the number of holes caused by spermatozoa on the germination disc in Japanese quail eggs. In incubation performance, there was no effect of diets on hatchability, fertility, total mortality and Pasgar score. Chicks from SeLev supplemented breeder strains showed higher % DPPH values in calf, breast muscle and liver, with no difference between them, demonstrating a better antioxidant capacity with the use of SeLev in the diets. Storage of eggs for up to 8 days increased lipid peroxidation of the yolk sac, breast muscle and liver in embryos and chicks, while supplementation with SeLev in the breeder, reduced the MDA values, especially in the treatments associated with vitC. To determine the number of hydrolysis points in the perivitelline membrane (PHMP) on the germ disc area, 10 pairs/treatment were used. The supplemented diets and days after copulation had an effect on the variable. When only females received the experimental diets, the amount of spermatozoa that reached the oocyte and made PHMP was higher, with higher values in the 0.6 Sell and 0.4 Eco treatments. It is concluded that diets supplemented with SeLev with or without vitC increase the amount of spermatozoa, improve antioxidant capacity and reduce lipid peroxidation in embryos and chicks, being indicated the use of supplements with SeLev in Japanese quail breeders.

Keywords: Ascorbic acid, sperm, organic mineral, MDA.

I- INTRODUÇÃO

1. Introdução geral

Nos últimos anos, a coturnicultura tem desenvolvido de forma favorável adequando sua criação e produção as novas técnicas encontradas no mercado, mudando o cenário de produção de subsistência para uma atividade tecnificada, trazendo resultados promissores aos envolvidos. Com esse crescimento no mercado agropecuário, pesquisas têm sido realizadas despertando mais interesse nos estudos que possam auxiliar o desenvolvimento desse tipo de exploração como fonte de renda na produção avícola (PASTORE et al. 2012; GERON et al. 2014 e RORIZ, 2014).

As codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) são amplamente utilizadas na produção animal por suas características que incluem pequeno porte, a maturidade sexual que é atingida em 6 a 7 semanas de vida, resistência a doenças infecciosas, assim como, altas taxas de reprodução, produção de ovos e eclodibilidade. Além disso, o período de incubação dos ovos também apresenta vantagem por ter ciclo mais curto que as demais aves de produção (WILSON, 1972; MORRIS et al. 2019).

Apesar do grande avanço nessa produção, há ainda problemas a serem solucionados nesse meio que prejudicam a produção, como é o caso do estresse oxidativo

que tem causado intensos danos a vida produtiva da ave. O estresse oxidativo causa perdas na produção por possuir efeitos negativos no desempenho animal (PASTORE et al. 2012). Portanto, já é de conhecimento a existência de substâncias que podem aliviar os efeitos negativos do estresse oxidativo. Um exemplo é a suplementação de compostos nutricionais com função antioxidante, tais como vitaminas ou microminerais, que podem ser usados isolados ou em associação. Em especial, neste trabalho foram usados o micromineral selênio e a vitamina C, como abordagem viável que possam combater o estresse oxidativo.

Ainda há poucas informações na literatura sobre a suplementação dessas substâncias de forma isolada ou associada na dieta de codornas. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da suplementação isolada do selênio orgânico ou em associação com a vitamina C em dieta de matrizes de codornas sobre o desempenho, a reprodução, o desempenho de incubação e o perfil oxidativo da matriz e da progênie.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Selênio (Se)

O selênio (Se) foi descoberto por um químico sueco chamado Jacobi Berzelius juntamente com Hopley Gan em 1817. Entretanto, esse elemento foi mencionado na literatura sobre seu papel biológico por volta de 1842. Já em 1885 foi notado que as plantas eram capazes de absorver este elemento por meio da água, em seguida mais pesquisas confirmaram como o selênio influenciava os processos oxidativos e o metabolismo celular (GROMOVA e GOGOLEVA, 2007).

Com o avanço das pesquisas utilizando o selênio, por volta de 1931 foi possível compreender seu papel na nutrição animal e nessa mesma época uma série de doenças endêmicas acometeram bovinos, suínos e aves. Esse surto ocorreu pelo consumo excessivo de grãos e plantas que possuíam grande concentração de selênio. Na época, os animais apresentaram sinais de envenenamento como: perda de peso e de pelos, danos em suas articulações, ossos, casco e pele, perda de visão, e morte (SCHRAUZER e SURAI, 2009).

Devido a isso, o selênio até o ano de 1957 era visto apenas como um elemento exclusivamente tóxico. Porém, essa percepção logo mudou por intermédio dos cientistas

K. Schwarz e C. Foltz, os quais descobriram sua importância e o quanto esse elemento poderia ser útil, uma vez que o selênio foi capaz de impedir o desenvolvimento de degeneração hepática necrótica em ratos.

Graças a esses grandes avanços, no ano de 1974, a FOOD AND ADMINISTRATION (FDA) nos Estados Unidos aprovou o uso de selênio nas dietas de animais em forma de selenito de sódio em quantidades de 0,1 mg/kg, detectando que o uso desse mineral trouxe benefício na produção animal. No entanto, considerando os riscos de usar em excesso, a própria FDA revisou o nível máximo permitindo que sua inclusão em dietas pudesse chegar até 0,3 mg/kg e, posteriormente, esse nível foi elevado para 0,5 – 1,0 mg/kg (ARNÉR, 2011).

Com o passar dos anos, pesquisas nacionais e internacionais analisaram de forma mais profunda o papel e o mecanismo biológico de ação do selênio em um organismo vivo. O selênio é apontado como um antioxidante, antigenotóxico, anti-inflamatório, antitumoral e imunomodulador (YANG et al. 2017; XU et al. 2019). Ele é necessário para manter a homeostase de todo o corpo e existem algumas doenças que podem ser desencadeadas por deficiência de selênio, tais como: doença do músculo branco, câncer, diabetes, necrose hepática e doenças no sistema imunológico (YILDIRIM et al. 2019; KURIA et al. 2020; LI et al. 2020).

O selênio é visto como um mineral responsável por desenvolver vários papéis importantes na regulação de diversos processos metabólicos dentro do corpo e é parte integrante de pelo menos 25 selenoproteínas (ZHOU; HUANG; LEI, 2013). Sendo ele relevante por parâmetros cruciais que incluem: crescimento, fertilidade, imunidade, metabolismo hormonal e proteção contra o estresse oxidativo, além de papéis essenciais no metabolismo animal. Ele ainda promove a proteção das células por danos desencadeados de radicais livres e por esses benefícios, tem sido comum a prática de usar esse mineral como suplementação na dieta animal (PAPPAS e ZOIDIS, 2012; KUMARAN et al. 2015; QAZI et al. 2019).

2.2 Formas do selênio e absorção

O selênio pode ser encontrado tanto de forma orgânica quanto inorgânica. Na maioria das vezes o selênio inorgânico pode ser encontrado em forma de selenito, selenato

e seleneto de sódio, e esses últimos podem apresentar baixa biodisponibilidade e alta toxicidade (BRANDT-KJELSEN, 2014).

As formas naturais de selênio orgânico são a selenometionina ($C_5H_{11}NO_2Se$) e selenocisteína ($C_3H_7NO_2Se$) (SIGAI, 2007), encontradas no corpo em maior quantidade, ligadas quimicamente com os aminoácidos (SPALLHOLZ et al. 2019). Assim, o selênio é uma parte de várias selenoproteínas que participam diretamente em processos vitais do corpo do animal.

Vale ressaltar que, ainda em sua forma orgânica está disponível a levedura enriquecida de selênio, que crescem a partir de um substrato que contém pouco enxofre e muito selênio. Essa forma, por ser considerada menos tóxica e mais biodisponível, é uma opção preferida para ser usada na alimentação animal, podendo ser mais eficiente em promover maiores acúmulos de selênio nos tecidos do que as formas inorgânicas (ROEPCKE, 2007; DUSSERT, 2011).

Com o questionamento sobre os benefícios do selênio em sua forma inorgânica, têm-se desenvolvido técnicas capazes de possibilitar a suplementação desse mineral ligado a uma molécula orgânica, a exemplo disso, há o enriquecimento de levedura com este mineral, que fornece ao animal um meio de obter alimentação com ingredientes naturais. Esse fornecimento em forma orgânica pode influenciar positivamente aspectos imunológicos e funcionais dos animais (AHMAD et al. 2012).

Nessa perspectiva, o mercado tem dado atenção para algumas formas comerciais de levedura enriquecida com selênio, por se mostrarem mais eficazes para a produção animal. O selênio em forma de levedura contém selenometionina como um dos principais compostos representando aproximadamente 60 a 70% do total de selênio. (SURAI e FISININ, 2015).

O selênio orgânico tem potencial para atuar protegendo o embrião contra as reações de oxidação, melhorando o seu desenvolvimento por intermédio da ação da enzima glutathione peroxidase (GPx). O selênio orgânico em substituição ao inorgânico tem apresentado melhores resultados como o aumento do peso da gema e do albúmen, e isso indica para pesquisadores que há de fato correlação positiva entre o peso do ovo na incubação e o tamanho do pintainho ao nascimento, uma vez que o pintainho ao nascer representa aproximadamente 62- 76% do peso do ovo na incubação (SURAI, 2000; PAN et al. 2004; ROCHA et al. 2008).

A absorção do selênio, seja ele em sua forma orgânica ou inorgânica, ocorre, principalmente na parte final do intestino delgado e ambas as formas são prontamente absorvidas. Porém, os níveis de absorção, bem como de utilização subsequente, são diferentes entre as formas químicas do elemento. Em geral, formas orgânicas são absorvidas de forma mais eficiente do que as formas inorgânicas (particularmente selenito), com captação do trato gastrointestinal de mais de 90% da selenometionina em comparação com o selenito.

Desse modo, a eficiência do animal em absorver o selênio depende da fonte mineral (orgânica ou inorgânica), sendo essa diferença a determinante na taxa de absorção. Por exemplo, o selenito é absorvido por difusão, que é proporcional a quantidade dele presente no lúmen intestinal, sendo o íleo capaz de ter absorção maior chegando até 90%, porém com menor retenção deste nos tecidos, sendo sua maior parte é excretada. O selenato é absorvido no íleo por cotransporte com íons sódio. Nesse caso, esse composto sofre inibição por sulfato, através de mecanismos específicos na rota de absorção. Portanto, esses minerais inorgânicos precisam ser ligados a proteínas plasmáticas para que sejam transportados via sistema circulatório, embora seja efetivamente absorvido grande parte destes íons ligados as proteínas, eles são excretados pelos rins antes que sejam metabolizados (VENDELAND et al. 1994; SURAI, 2002; PAN et al. 2010).

Já o selênio em sua forma orgânica, o qual está ligado ao aminoácido metionina, é absorvido em associação com o aminoácido pelos enterócitos por transporte ativo, atingindo a taxa absorção de selênio de 98%, por um processo parecido ao que ocorre com o aminoácido metionina em todos os segmentos do intestino delgado. Logo, após sua absorção ele é depositado em tecidos como o músculo, fígado e rim (VENDELAND et al. 1994; SURAI, 2002).

As diferenças na forma química também afetam os níveis de retenção no corpo ao longo do tempo. Foi demonstrado que a selenometionina é retida de forma mais eficiente do que o selenito ou selenato, e é incorporado às proteínas, no lugar da metionina. Além disso, formas orgânicas de selênio são menos tóxicas e ambientalmente melhores do que as formas inorgânicas (SCHRAUZER, 2003).

Para reafirmar sua melhor absorção em forma orgânica, autores têm notado que, essa forma permite maior absorção duodenal e deposição no fígado, tornando uma forma

orgânica interessante para poedeiras, atendendo aos requisitos sem comprometer o desempenho animal. Outro fator importante que vale a ressaltar é a redução de taxa de excreção, bem como a capacidade de incorporar estruturas das proteínas fornecendo ao corpo fonte natural e reversível de armazenamento de selênio (UTTERBACK et al. 2005; BAYLAN et al. 2011; OLIVEIRA et al. 2014).

2.3 Vitamina C

As vitaminas podem ser classificadas como um grupo de compostos orgânicos complexos, que são requeridas em pouca quantidade pelo organismo animal e são capazes de auxiliar na manutenção da saúde, o crescimento animal e na reprodução. Elas ainda podem ser divididas em dois grupos, em virtude de sua solubilidade, que são lipossolúveis (A, D, E e K) e hidrossolúveis (vitaminas C e as do complexo B) (MC DOWELL, 2000).

A vitamina C (Vit C), conhecida também como ácido ascórbico, para aves é classificada como uma vitamina não essencial, porque podem sintetizar em quantidades suficientes para atender sua demanda no organismo. Esta é solúvel em água, sendo um composto antioxidante que tem papel de proteger as células contra os danos oxidativos, além de ser capaz de melhorar o sistema imunológico dos animais (MCDOWELL, 2000). Esse sistema é fundamental para a homeostase, mantendo o corpo em equilíbrio. O sistema imune é capaz de proteger contra agentes infecciosos. Os leucócitos acumulam a vitamina C, em altas concentrações intracelulares, tal aumento desempenha funções importantes como proteção antioxidante quando os processos de fagocitose na mobilização e sinalização reduzem a inflamação através do controle dos sinalizadores pró e anti-inflamatório (PRIETL et al. 2013).

A vit C atua no organismo animal, participando de várias funções bioquímicas, mas não faz parte de nenhuma via metabólica. Ela é um cofator essencial em muitas reações enzimáticas, como a síntese do colágeno, catecolaminas, metabolismo dos aminoácidos aromáticos, biossíntese da carnitina, transporte de elétrons, resposta imune e absorção e utilização do ferro (BERTECHINI, 2006; RUTZ et al. 2014).

2.3 Fontes de vitamina C

A vitamina C pode ser encontrada tanto em forma D e L isômeros, porém a forma L é biologicamente ativa (GROPPER; SMITH, 2008). Ela é relativamente sensível a oxidação, sendo o carbono dois do anel lactona, o mais reativo, de tal forma, o mais

facilmente oxidado. Logo, a exposição a agentes pró-oxidantes reduz a atividade dessa vitamina tornando-a ineficiente (LINDER SCHAFTINGER, 2007).

A vitamina C ocorre em duas formas naturais, sendo o ácido ascórbico (forma reduzida) e dehidroascórbico (forma oxidada). Em outras palavras, o ácido ascórbico é de forma inicial convertido à dehidriascorbato por algumas enzimas ou até mesmo por um processo não enzimático, podendo então ser reduzido novamente nas células ao ácido ascórbico, além de possuir capacidade de ser transportada no plasma por meio da albumina, para todo organismo, sendo atuante em diversos processos bioquímicos (JOHNSTON et al. 2007; RUTZ et al. 2014). De forma comercial é possível encontrar a vitamina C como ácido ascórbico, ascorbato de cálcio, ascorbato de sódio e ascorbil palmitato, dentre outros.

2.4 Funções da vitamina C

A vitamina C é envolvida em vários processos somáticos e de forma indireta em diversas atividades enzimáticas, incluindo a oxidação de fenilalanina em tirosina, a síntese de epinefrina a partir da tirosina e a formação de ácidos biliares. Juntamente com a vitamina B6, nicotinamida e o ferro, a vitamina C é um cofator responsável por duas reações enzimáticas na via de biossíntese da carnitina, a partir da metionina e lisina, essencial para o transporte de ácidos graxos do citoplasma para a matriz mitocondrial, em que serão catabolizados pela via de β -oxidação à acetato (DAVIES, 1991; MCDOWELL, 2000; MOORES, 2013).

A vitamina C funciona como agente redutor que é capaz de mitigar o potencial prejudicial dos radicais livres produzido pelas reações metabólicas presentes no corpo do animal. Em condições fisiológicas, essa vitamina captura os radicais livres protegendo as células quanto ao estresse oxidativo, suas propriedades antioxidantes podem ser atribuídas a essa capacidade de reduzir o estresse oxidativo, de forma que interajam as moléculas reativas de oxigênio e formem radicais de ascorbato estáveis (IZZI et al. 2012; BEI, 2013). Ela pode ser considerada o principal antioxidante hidrossolúvel, atuando em fase aquosa sobre o ROS, estando disponível em meio intra ou extracelular da maior parte dos órgãos envolvendo-se nas defesas antioxidante do organismo animal. Logo, o ascorbato pode capturar os radicais de oxigênio antes que estes reajam e forme os peróxidos lipídicos tornando-os menos reativos (LEITE, SARNI 2003).

Desse modo, ela tem a capacidade antioxidante por ceder e receber elétrons estabilizando as células mediante a proteção dos lipídeos das membranas, evitando sua peroxidação pelos radicais livres. Desempenhando assim, a rede de defesa antioxidante por sua boa capacidade de eliminar as espécies reativas de oxigênio. Atuando em coordenação com a glutathione no citosol da mitocôndria, controlando a quantidade de peróxido de hidrogênio formado na célula. Portanto, ela reage com o peróxido lipídico reduzindo a peroxidação. Outro mecanismo que permite que a vitamina C funcione como agente antioxidante é a capacidade de reciclar outros antioxidantes, por exemplo, ela pode reduzir o radical da vitamina E na superfície das membranas biológicas, contribuindo para a capacidade da vitamina E quebrar a cadeia de peroxidação lipídica em bicamadas lipídicas (MAY, 2012).

No caso das aves, em machos, a suplementação de vitamina C influencia de forma positiva a fertilidade e imunidade desses animais. Além de que, sua suplementação pode melhorar a produção e a eclodibilidade dos ovos. Quando as aves são submetidas ao estresse elas podem apresentar exigência metabólica superior a capacidade de síntese, proporcionando prejuízos no desempenho (KHAN et al. 2012; RUTZ et al. 2014).

Autores ao investigarem suplementações com a vitamina C encontraram melhorias. Ao verificarem diferentes fontes de vitamina C em frangos em crescimento percebeu-se que níveis como 1,050; 1,301 e 1,500 melhoraram o desempenho como conversão alimentar, crescimento e ganho de peso de frangos na fase de crescimento. Para (MALEBONE et al. 2010). Assim como para TULEUN et al. (2010) que ao avaliarem a suplementação com vitamina C de 250 mg/kg de ração na dieta de 400 frangos de corte melhorou o ganho de peso, conversão alimentar, auxiliou o crescimento dos pintinhos. SAHIN et al. (2003), ao suplementar com 250mg/kg de vitamina C, observaram efeitos positivos sobre o ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte. Ao realizar o ajuste quadrático os valores de 5,3 mg/kg e 6,6mg/kg de vit C foram estimados para ganho de peso e conversão alimentar respectivamente, sendo, assim os níveis recomendados para otimizar essas características de desempenho, considerando a proteção da molécula que foi utilizada.

2.5 Fontes e reações de espécies reativas de oxigênio (ROS)

Durante o processo de respiração aeróbica, diversas espécies reativas de oxigênio (ROS) são geradas, como o peróxido de hidrogênio e o radical superóxido. As espécies

reativas de oxigênio (ROS) são vistas de forma paradoxal. Podendo ser essencial e prejudicial à vida ao mesmo tempo, o que vai determinar, isto é, a sua concentração. Os organismos aeróbicos formam as ROS dentro de suas células como subproduto de respiração. Porém, quando há o acúmulo desses ROS dentro da célula, eles causam alterações destrutivas as moléculas (HALLIWELL et al. 2007).

Em relação a formação de ROS, a principal via de metabolismo do oxigênio no organismo envolve a redução em água, que incorpora quatro elétrons ao fim da cadeia de transporte de elétrons no interior da mitocôndria. Caso ocorra ao longo da cadeia respiratória redução de oxigênio com número menor de elétrons, logo, haverá produção de ROS (DAMASCENO et al. 2002; ANDRADE JUNIOR et al. 2005). Dessa forma, logo a seguir serão detalhados cada um.

A produção dessas ROS ocorre de duas formas: fontes endógenas e exógenas. Em suas vias exógenas são constantemente produzidas com o funcionamento normal da célula, de forma especial na mitocôndria e peroxissomos, e ainda no sistema imune como de fagocitose. A cadeia de transporte de elétrons mitocondrial é a principal fonte dessas espécies de origem endógena, sendo as principais ROS endógenas:

1. $O_2 + e \rightarrow O_2^-$ (Superóxido radical)
2. $O_2 + H_2O \rightarrow H_2O_2$ (Radical hidroperoxila)
3. $H_2O + e + H \rightarrow H_2O_2$ (Peróxido de hidrogênio)
4. $H_2O_2 + e \rightarrow OH + OH^-$ (Radical hidroxila)

Dentre todos os radicais livres, os que possuem maior importância biológica é a radical hidroxila e o superóxido radical, pois, são formados durante o processo de metabolismo normal ou exacerbado de redução do O_2 no interior das mitocôndrias, sendo eles de origem endógena. Já o peróxido de oxigênio (H_2O_2) surge no interior das células quando o O_2 é reduzido divalentemente ou quando o ânion O_2^- sofre dismutação espontânea ou é catalisado. Além disso, por não possuir elétrons desemparelhados, não é classificado como radical livre, sendo, portanto, menos reativo que os radicais livres citados (SCHNEIDER e OLIVEIRA, 2004).

A maior reatividade exibida pelos radicais livres, comparativamente aos não radicais, pode ser evidenciada pelo menor tempo de vida média que possuem. Uma vez que necessitam se equilibrar rapidamente antes de serem eliminados. O tempo de vida extremamente curto, apresentado pelos radicais livres, é pela maior instabilidade

eletrônica que apresentam. Isso resulta na possibilidade de extraírem elétrons de outras moléculas com as quais venham a colidir, promovendo formação de outros radicais livres. Quando há fatores endógenos e exógenos atuando para que a produção de espécies reativas de oxigênio (EROS) é definida como moléculas instáveis e reativas capazes de transformar outras moléculas com as quais colidem. Quando este é formado de forma elevada, ocorre desequilíbrio entre os fatores oxidantes e antioxidantes, que pode ser chamado de estresse oxidativo (HALLIWELL e GUITTERIDGE, 2007).

De acordo com SURAI et al. (2017), sob condições fisiológicas normais cerca de 3-5% do oxigênio absorvido pela célula sofre redução levando a formação de radicais livres. Ainda, é importante salientar que, os radicais livres não devem ser totalmente removidos das células, pois atuam diretamente como mediadores fisiológicos e sinalizadores celulares, sendo que a sua remoção total pode ter efeito prejudicial ao animal (Surai, 2019). O autor cita, por exemplo, que o sistema imune das aves cria radicais livres e utiliza-os para destruição de microrganismos patogênicos. Adicionalmente, a maioria dos radicais livres possui meia-vida muito curta, que pode chegar de minutos a nanossegundos, tendo a capacidade de reagir rapidamente com vários compostos atingindo alvos celulares, como as membranas (HALLIWELL e GUTTERIDGE, 2007).

Em relação aos alvos dos radicais livres, estão as proteínas, os lipídeos, e ácidos nucleicos, permitindo a desnaturação ou perda de suas funções. Em proteínas, os radicais livres interagem na cadeia lateral, que ataca principalmente os aminoácidos cistina, histidina, triptofano, metionina e fenilalanina, acarretando danos de clivagem de ligações, causando a perda da atividade enzimática e comprometendo o transporte das membranas e morte celular (BERGER et al. 1999). Outra reação das ROS é a peroxidação lipídica que desencadeia patologias e prejuízos ao desenvolvimento animal. As cadeias que mais são susceptíveis aos ataques são as de dupla ligações insaturadas e poli-insaturadas, principalmente nos lipídios. Os radicais que estão centrados no oxigênio atacam a cadeia lipídica, convertendo-a em novo centro de radical livre (TABOR e BLAIR, 2009).

De forma geral, nos animais incluindo as aves, o estado fisiológico de estresse pode surgir como resultado de inúmeros fatores inadequados ao modo de vida dos animais, como por exemplo, os ambientais (manejo, temperatura, ventilação etc.) e os nutricionais. Dentre os tipos de estresse sofrido pelos animais, o caracterizado como

estresse oxidativo é o que mais chama a atenção e tem sido amplamente estudado em aves. Essa condição surge quando a quantidade de produção de oxidantes supera a capacidade do sistema antioxidante presente no corpo do animal, e leva à peroxidação lipídica, oxidação proteica e danos ao DNA. Por essa percepção, devido aos problemas produtivos que se agravam cada vez mais, em decorrência dos efeitos deletérios do estresse oxidativo, inúmeras pesquisas a fim de conhecer melhor seus efeitos no animal e para minimizar os danos ao tecido biológico dos animais têm sido conduzidas (ESTÉVEZ, 2015; DOMINGUEZ et al. 2019; NEMATI et al. 2020).

2.6 Proteção contra o estresse oxidativo: Atividade antioxidante

Os animais possuem alguns mecanismos de defesa antioxidantes capazes de combater as substâncias oxidantes e evitar a destruição de tecidos, podendo trazer danos irreversíveis ou morte. Nos animais, existem dois sistemas de defesa conhecidos responsáveis por impedir ou eliminar os radicais livres, sendo eles o sistema enzimático e não enzimático. O sistema de defesa enzimático é composto por enzimas da família glutathione peroxidase (GPx), catalase (CAT) e superóxido desmutase (SOD). Já o sistema não enzimático vitaminas, minerais e compostos fenólicos.

A família da GPx é constituída por quatro enzimas chamadas de glutathione peroxidase citosólica (GPx1), glutathione peroxidase gastrointestinal (GPx2), glutathione peroxidase plasmática (GPx3) e fosfolípido hidroperóxido glutathione peroxidase (GPx4). (BABIOR, 1997). Desse modo, é preciso citar que, cada glutathione tem potencial para restaurar as espécies reativas de oxigênio, o que evita a capacidade de formação de novos radicais livres. Essa enzima é extremamente importante pois permite manter a integridade das membranas celulares e intracelulares (RAHMAN e SINGH, 2019).

A atividade antioxidante pode ser efetiva de várias maneiras, seja por inibidores de reações de oxidação de radicais livres impedindo a formação de radicais livres, como agentes redutores que convertem hidroperóxidos em compostos estáveis, como quelantes de metal que convertem metal pró-oxidantes derivados de ferro e cobre em produtos estáveis e finalmente como inibidores de enzimas pró-oxidativas. Em relação aos antioxidantes enzimáticos eles são divididos em defesas enzimáticas primárias e secundárias. No que diz respeito à defesa primária, é composto por três enzimas importantes que impedem a formação ou neutralizam os radicais livres: glutathione

peroxidase, que doa dois elétrons para reduzir peróxidos por formando selenóis e elimina peróxidos como substrato potencial. A catalase, que converte hidrogênio-peróxido em água e oxigênio molecular e tem uma das maiores taxas de renovação conhecidas, permitindo que uma molécula de catalase para converter 6 bilhões de moléculas de peróxido de hidrogênio e, a superóxido dismutase converte os ânions superóxido em peróxido de hidrogênio como substrato para catalase (RAHMAN, 2007).

A defesa enzimática secundária inclui glutatona redutase e glicose-6-fosfato desidrogenase. A glutatona redutase reduz a glutatona oxidada para reduzida forma, reciclando-o para continuar neutralizando mais radicais livres. A glicose-6-fosfato regenera NADPH (nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato, coenzima usada em reações anabólicas) criando ambiente redutor (GAMBLE e BURKE, 1984; RATNAM et al. 2006).

O selênio é essencial para a enzima glutatona peroxidase, a qual age de forma preventiva, reduzindo o acúmulo de células de peróxidos que são fontes de radicais livres. Esta é capaz de proteger as células do organismo, ela é um tripeptídeo composto por glutamato, cisteína e glicina, que age na matriz do citosol e mitocôndrias participando de reações presente no corpo incluindo a desintoxicação dos hidroperóxido (LOBOS, 2011). A glutatona é encontrada em duas formas sendo a Se-dependente e Se-independente. Sendo a primeira com maior capacidade de reduzir os H_2O_2 e hidróxidos orgânico, esta é considerada proteína tetramétrica com átomo de Se em cada subunidade na forma de selenocisteína. Já a forma independente é considerada uma proteína dimérica e tem a capacidade de reduzir qualquer hidroperóxido orgânico exceto o H_2O_2 (PUNCHARD, 1996).

A vitamina C inclui dois compostos com ação antioxidante : ácido L-ascórbico e ácido L-desidroascórbico que são ambos absorvido através do trato gastrointestinal. A vit C é eficaz na eliminação do ânion radical superóxido, peróxido de hidrogênio, hidroxila radical, oxigênio singlete e óxido de nitrogênio reativo (BARROS et al. 2011). A vit C consegue reciclar a vitamina E, na qual age interrompendo a peroxidação lipídica ao doar seu hidrogênio fenólico aos radicais peroxila formando tocoferoxila radicais que, apesar de também serem radicais, são pouco reativos e incapazes de para continuar a reação oxidativa em cadeia. A vitamina E, é o único grande antioxidante lipossolúvel, quebra de cadeia encontrado no plasma, células e tecidos, permitindo proteger a integridade das

estruturas lipídicas, principalmente membranas (BURTON E TRABER, 1990). Estas duas vitaminas também apresentam comportamento sinérgico com a regeneração da vitamina E através da vitamina C do radical tocoferoxila para a forma intermediária, restabelecendo o seu potencial antioxidante (HALPNER et al. 1998).

2.7 Estresse oxidativo na reprodução de aves

Já é de conhecimento na literatura que existe complexa interação entre o ambiente e a eficiência reprodutiva, uma vez que o estresse oxidativo pode afetar a taxa de secreção de hormônios, influenciando ainda a sensibilidade das gônadas aos hormônios, pela alterações no número de receptores (AYO et al. 2011). O espermatozoide é um organismo aeróbio, sendo assim, o oxigênio é o elemento essencial para manutenção de suas funções. Em contrapartida, esse mesmo elemento pode causar danos à célula espermática, se estiver com elevadas concentrações. Tanto os espermatozoides quanto os leucócitos presentes no sêmen são capazes de produzir os ROS, causadoras de danos à célula espermática (VALENÇA e GUERRA, 2007).

Desde o momento em que os espermatozoides são formados no testículo até o momento da ejaculação e passagem pelo trato reprodutivo da fêmea, eles são expostos de forma constante ao ambiente oxidativo. Durante o processo de maturação os espermatozoides tendem a sofrer ataques de ROS. Dessa forma, com intuito de se protegerem dos danos causados, os espermatozoides possuem um sistema enzimático agindo em defesa para lidar com esse excesso de ROS, como forma protetora neutralizando-os (WEIR e ROBAIRE, 2007).

Devido aos danos que o estresse oxidativo vem causando, pesquisas estão sendo desenvolvidas com intuito de investigar como reduzir esses prejuízos. Os pesquisadores apontam a associação da infertilidade e o envolvimento de perdas na função espermática, ao estresse oxidativo. Logo, foi descoberto que, a melhor forma de reverter essa situação é reduzindo a peroxidação na membrana espermática. Esses peróxidos formados prejudicam a motilidade, além da capacidade de os espermatozoides penetrarem o oócito, contribuindo para a infertilidade (AITKEN, 1994).

A peroxidação lipídica, também é prejudicial a estrutura celular, sobrevivência e funções metabólicas, e o estresse oxidativo, pode induzir dano ao DNA espermático, acelerando o processo de apoptose da célula germinativa, diminuindo a concentração de

espermatozoides e deteriorando a qualidade seminal (LUCCHESI et al. 2007). Em codornas, principalmente machos reprodutores, o estresse causa danos testiculares, a geração de espécies reativas de oxigênio aumenta a peroxidação lipídica, afetando de forma adversa o volume do sêmen, bem como o peso dos testículos, a concentração de esperma e sua motilidade (TURK et al. 2015; FOUAD et al. 2016). Já nas fêmeas, o estresse oxidativo pode diminuir o peso dos ovários e oviduto, assim como o tamanho dos folículos (MA et al. 2014; CHENG et al. 2015).

O selênio é um dos principais microminerais que atuam como antioxidante, ele possui potencial para melhorar as características reprodutivas. Desse modo, os antioxidantes podem atuar protegendo a membrana da mitocôndria presentes nos espermatozoides, promovendo maior fluidez e flexibilidade da mesma. Isso é possível devido ao perfil lipídico do espermatozoide, composto por alta proporção de ácido araquidônico e ácido docosatetraenoico, ácidos graxos sensíveis a peroxidação lipídica. (SURAI et al. 1998). Então o selênio em sua forma orgânica tem sido estudado de forma especial por desenvolverem papel importante na estrutura do espermatozoide na forma de GPx, chegando a representar 60% da atividade enzimática nos testículos e 75% nos espermatozoides como forma de intervenção evitando danos reprodutivos.

2.8 Qualidade de ovos para incubação

Vários são os fatores que afetam o desempenho reprodutivo do animal e a qualidade do ovo. Alguns estão relacionados com o próprio animal (genética, idade e ciclo de postura), e outros, dependem das condições em que esses animais estão criados (luz, temperatura, proporção macho: fêmea, assim como as condições de armazenamento e incubação desses ovos) (ZITA et al. 2013; YAMBAYAMBA e CHILESHE, 2019, RATRIYANTO et al. 2020).

Um fator importante que precisa ser levado em consideração é o tamanho dos ovos, pois aves no início de postura tendem a produzir ovos menores e isso afeta diretamente o embrião, uma vez que precisa dos nutrientes presente na gema para o seu desenvolvimento. Em contrapartida, ovos maiores possuem maior conteúdo nutricional, promovendo ao embrião quantidade significativa de nutrientes, reduzindo casos de mortalidade embrionária precoce ou tardia (PEDROSO et al. 2005).

Por outro lado, ovos oriundos de matrizes de idade avançada, tendem a serem mais pesados, resultando menor de eclodibilidade, pois, os embriões que se desenvolvem nesses ovos, são menos tolerantes ao excesso de calor metabólico produzido no fim da gestação, tendo menor resistência (LOURENS et al. 2006).

Nessa mesma linha de raciocínio, a qualidade da casca do ovo também pode influenciar na viabilidade do embrião e a eclodibilidade dos ovos (PORTUGAL et al. 2014; ERGUN e YAMAK, 2017). Ovos oriundos de matrizes muito jovens podem apresentar casca mais espessa e o albúmen mais denso, e isso acaba reduzindo as perdas de umidade e trocas gasosas. Tais fatores juntamente com a baixa capacidade das aves jovens em fazer a transferência de lipídios para a gema do ovo, pode comprometer o desenvolvimento e viabilidade do embrião e, conseqüentemente, a eclodibilidade dos ovos (BRAKE et al. 1997; FASENKO, 2003).

2.9 Incubação

Antes mesmo do nascimento, é imprescindível a proteção dos embriões contra agentes oxidantes. Após a incubação os animais são submetidos a condições de alto estresse e o nível de selênio presente nos tecidos dos embriões, dependente da dieta materna, pode ser uma estratégia de defesa antioxidante contra os danos causados durante o processo de incubação dos ovos. (SURAI et al. 1996; SURAI, 1999). Inicialmente, a proteção antioxidante é oriunda da dieta materna, por meio de substâncias antioxidantes naturais como ácido ascórbico, ou enzimas antioxidantes, como a CAT e GPx. Essa proteção pode ser fornecida por meio de cofatores dessas enzimas como é o caso do selênio já que os embriões necessitam de uma efetiva proteção antioxidativa, que é presente por meio de substâncias antioxidantes (SURAI et al. 1998).

Por isso, quando se fala em diferentes fontes de selênio, logo se relaciona o potencial que possui para proteger o embrião da peroxidação durante o processo de embriogênese, e de forma particular a incubação. A vit C por ser também agente redutor e auxiliar na manutenção do equilíbrio redox e manutenção do organismo pode ser utilizado nesta fase a fim de auxiliar as defesas antioxidantes desses animais. O selênio, de forma particular, pode ser transferido do ovo para o embrião, podendo melhorar as defesas antioxidantes não apenas no momento da eclosão, mas também no início de vida pós-eclosão (SURAI, 2002; PATON et al. 2002). Antes da eclosão os embriões

aumentam seu metabolismo para se prepararem para o nascimento. Dessa forma, melhor será a qualidade dos pintinhos que são submetidos a menos danos oxidativos dos tecidos, em função da proteção pelos antioxidantes contra os ataques de ROS (SURAI, 2000).

2.10 Eclosão

Em relação a eclosão, pesquisas têm sido desenvolvidas para avaliar o efeito do selênio sobre o aumento da eclodibilidade em ovos férteis de aves alimentadas com diferentes fontes de selênio. O selênio pode ser depositado no ovo e de forma efetiva esse micromineral pode fornecer proteção antioxidante para o crescimento e desenvolvimento do embrião, melhorando a taxa de eclosão e a sobrevivência do pintinho (HAN et al. 2017).

O uso de antioxidantes nas dietas maternas pode melhorar as defesas desses animais ainda na primeira semana de formação, sabendo que seria a mais turbulenta para os animais. Além disso, o sistema imunológico ainda está imaturo, sendo necessário um sistema antioxidante efetivo para que melhore o desempenho desse pintainho e não sofra tanto nesta fase e em fases futuras (SURAI, 2002). Em período depois da eclosão, o animal altera a respiração corioalantoica para a respiração pulmonar, permitindo a aceleração do metabolismo aeróbico e levando a produção excessiva de radicais livres nessa fase, o que resulta em peroxidação lipídica, causando danos aos órgãos e tecidos ou até a morte do embrião (MENG et al. 2019).

2.11 Qualidade de pintinho

O conhecimento sobre o desenvolvimento de defesas antioxidantes no período de incubação é primordial para que ocorram resultados satisfatórios na produção de pintinhos vivos e saudáveis (BAI et al. 2016; D'ALBA et al. 2016; CHEN et al. 2019). Identificado o problema, logo será necessário fazer o uso de ferramentas, como as nutricionais, que possam intervir ou solucionar, a fim de permitir maior proteção e reduzir os danos ao animal. O selênio pode promover aos pintainhos melhor capacidade antioxidante dos tecidos já que este pode ser armazenado nos tecidos e ser usado quando houver necessidade. (SURAI, 2006).

As duas primeiras semanas pós-nascimento são consideradas as fases mais delicadas das aves, visto que nessas etapas há o desenvolvimento de processos fisiológicos importante para o pintainho, eles que antes recebia os nutrientes proveniente

da gema, passam agora a ter que se adaptar para obter nutrientes por meio da ingestão de alimento, isso, torna-se delicado, uma vez que o trato digestivo do animal vai crescendo gradualmente. Em alguns casos, ocorre o aumento de ácidos graxos poli-insaturados pois há transferência de lipídios na gema para o embrião, e o acúmulo disto, juntamente com a alta temperatura e umidade podem acarretar no aumento de peroxidação lipídica precisando de defesas antioxidantes capazes de desempenharem a melhor proteção a esses animais. Portanto, o selênio tem sido utilizado a fim de promover melhor neutralização para que se evite danos celulares ao tecido animal (SURAI, 2002).

Mediante aos fatos abordados, o selênio e a vitamina C são tentativas que neste trabalho foram utilizadas para diminuir a produção de radicais livres, manter a integridade das mitocôndrias e reduzir impactos na produção de forma geral. Visto isso, como forma de proteção em aves vão permitir o controle da produção de radicais livres (ROS) e manter o equilíbrio redox já que o equilíbrio redox na célula é responsável por regular vários processos fisiológicos e manutenção da homeostase. O intuito destas estratégias é otimizar a produção, melhorar a taxa de eclosão e reduzir a mortalidade. Logo, preparando os pintainhos para que com a defesa de forma eficiente não afete tanto o desenvolvimento deste, e reduza a taxa de pintainhos de qualidade inferior ao que se deseja (CHEN et al. 2015).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIDIN, Z.; KHATOON, A. 2013. Heat stress in poultry and the beneficial effects of ascorbic acid (vitamin C) supplementation during periods of heat stress. **Poultry science**, v. 69, p. 135-152.

AHMAD, H.; TIAN, J.; WANG, J.; KHAN, M. A.; WANG, Y.; ZHANG, L.; WANG, T. 2012. Effects of dietary sodium selenite and selenium yeast on antioxidant enzyme activities and oxidative stability of chicken breast meat. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 60, p. 1-10.

AITKEN, R.J. 1994. A free radical theory of male infertility. **Reproduction, fertility and development**, v. 6, p. 19-23.

AKBARIAN, A.; GOLIAN, A.; KERMANSHAHI, H.; DE SMET, S.; MICHIELS, J. 2015. Antioxidant enzyme activities, plasma hormone levels and serum metabolites of finishing broiler chickens reared under high ambient temperature and fed lemon and orange peel extracts and Curcuma xanthorrhiza essential oil. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 99, p. 150–162.

ALTAN, O.; PABUÇCUOĞLU, A.; ALTAN, A.; KONYALIOĞLU, S.; BAYRAKTAR, H. 2013. Effect of heat stress on oxidative stress, lipid peroxidation and some stress parameters in broilers. **British poultry science**, v. 44, p. 545–550.

ANDRADE JR D.; SOUZA, R. B.; SANTOS, S. A.; ANDRADE, D. R. 2005. Os radicais livres de oxigênio e as doenças pulmonares. **Jornal brasileiro de pneumologia**, v.31 p. 1-9.

ARAÚJO, W.A.G.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. 2010. Vitamina na nutrição animal. **Revista eletrônica nutritime**, v.7, p.1292- 1303.

ATTIA, Y. A.; HASSAN, R. A.; QOTA, E. M. A. 2009. Recovery from adverse effect of heat stress on slow – growing chicks in the tropics 1: Effect of ascorbic acid and different levels of betaine. **Tropical animal health production**, v. 41, p. 807 – 818.

AYO, J.O.; OBIDI, J.A.; REKWOT, P.I. 2011. Effects of heat stress on the well-being, fertility, and hatchability of chickens in the northern guinea savannah zone of Nigeria: A Review. **ISRN veterinary science** v. 10, p. 1-10.

BAI, J.Y.; PANG, Y. Z.; ZHANG X.; LI, Y. X. 2016. Study on the morphological development of quail embryos. **Revista brasileira de ciência avícola**, v. 18: p. 91-93.

BARTLETT, J. R.; SMITH, M. O. 2003. Effects of different levels of zinc on the performance and immunocompetence of broilers under heat stress. **Poultry science**, v. 82 p. 1580–1588.

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

GROSSO, G.; BEI R.; MISTRETTA, A.; MARVENTANO, S.; CALABRESE, G.; MASUELLI, L.; GIGANTI, M.G.; MODESTI, A.; GALVANO, F.; GAZZOLO, D. 2013. Effects of Vitamin C in health: a review of evidence. **Frontiers in bioscience**, v. 18 p. 10-17.

BRAKE, J.; WALSH, T.J.; BENTON JR., C.E.; PETITTE, J.N.; MEIJERHOF, R. PEN ALFA, G. 1997. Egg handling and storage. **Poultry science**, v.76, p.144-151.

BUREAU, C.; HENNEQUET-ANTIER, C.; COUTY, M.; GUÉMÉNÉ, D. 2009. Gene array analysis of adrenal glands in broiler chickens following ACTH treatment. **Bmc genomics**. v. 10, p. 430.

CÁNOVAS, M.; BERNAL, V.; SEVILLA, A.; IBORRA, J. 2007. Salt stress effects on the central and carnitine metabolisms of Escherichia coli. **Biotechnology and bioengineering**, v. 96, p.722–737.

CHAUHAN, S. S.; CELI, P.; LEURY, B. J.; CLARKE, I. J.; DUNSHEA, F. R. 2014. Dietary antioxidants at supranutritional doses improve oxidative status and reduce the negative effects of heat stress in sheep. **Journal of animal science** v. 92 p. 3364-3374.

CHEN, X.; LI, X.; HE, Z.; HOU, Z. XU, G.; YANG, N.; ZHENG, J. 2019. Comparative study of eggshell antibacterial effectivity in precocial and altricial birds using Escherichia coli. **PLOS ONE**, v. 14, p.7.

CHENG, C.Y.; TU, W.L.; WANG, S.H.; TANG, P.C.; CHEN, C.F.; CHEN, H.H.; HUANG, S.Y. 2015. Annotation of differential gene expression in small yellow follicles of a broiler-type strain of Taiwan country chickens in response to acute heat stress. **PLOS ONE**, v. 10, p 11.

CLARK, C.E.; SARAKOON, K. 1967. Influence of ambient temperature on reproductive traits of male and female chicken. **Poultry science**, v. 46 p. 1093-1098.

COSTANTINI, D.; VERHULST, S. 2009. Does high antioxidant capacity indicate low oxidative stress? **Functional ecology**, v. 23, p. 506–509.

D'ALBA, L.; MAIA, R.; HAUBER, M.E.; SHAWKEY, M D. 2016. The evolution of eggshell cuticle in relation to nesting ecology. **Proceedings biological science**, v. 283, p. 18-36.

DALTO, D.B.; ROY, M.; AUDET, I.; PALIN, M. F.; GUAY, F.; LAPOINTE, J.; MATTE, J.J. 2015. Interaction between vitamin B6 and source of selenium on the response of the selenium-dependent glutathione peroxidase system to oxidative stress induced by oestrus in pubertal pig. **Journal of trace elements in medicine and biology**, v. 32, p.21–29.

DAVIES, M. B.; PARTRIDGE, D.A.; AUSTIN, J. A. Biochemistry of Vitamin C. In: Vitamin C: Its chemistry and Biochemistry. **1.ed. royal society chemistry advanced**, cap. 5, p. 74-96.

DE VASCONCELOS T B.; CARDOSO A R.; JOSINO J B.; MACENA R H.; BASTOS V P. 2015. Radicais Livres e Antioxidantes: Proteção ou Perigo. **Journal of health sciences**, v. 16, p. 3.

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

DOMÍNGUEZ, R.; PATEIRO, M.; GAGAOUA, M.; BARBA, F.J.; ZHANG, W.; LORENZO, J.M. 2019, A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. **Antioxidants**, v. 8, p. 429.

DRIDI, S.; DECUYPERE, E.; BUYSE, J. 2013. Cerulenin upregulates heat shock protein-70 gene expression in chicken muscle. **Poultry science**, v. 92, p. 2745-2753.

DROGE, W. 2002. Free radicals in the physiological control of cell function. **Physiology reviews**, v. 82, p. 47-95.

ESTÉVEZ, M. 2015. Oxidative damage to poultry: From farm to fork. **Poultry science**, v. 94, p. 1368-1378.

FOUAD, A.M.; CHEN, W.; RUAN, D.; WANG, S; XIA, W.G.; ZHENG, C.T. 2016 Impact of heat stress on meat, egg quality, immunity and fertility in poultry and nutritional factors that overcome these effects: A Review. **International journal of poultry science**, v. 15, p. 81-95.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. 2002. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 209-228.

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

GROPPER, S. S.; SMITH, J. L. 2008. Water-Soluble Vitamins. In: Gropper, S.S., Smith, J.L. (Eds.). *Advanced Nutrition and Human Metabolism*, 6a ed. Wadsworth, Cengage Learning, Belmont, CA, p. 569.

GU, X.H.; HA, O. Y.; WANGX, L. 2012. Overexpression of heat shock protein 70 and its relationship to intestine under acute heat stress in broilers: Intestinal oxidative stress. **Poultry Science**, v. 91 p. 790-799.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. 2006. *Free Radicals in Biology and Medicine*. 4 ed. Oxford: Oxford University Press. p. 888.

INOUE, M.; SATO EISUKE, F.; NISHIKAWA, M.; PARK, A.M.; KIRA, Y.; IMADA, I.; UTSUMI, K. 2003. Mitochondrial Generation of Reactive Oxygen Species and its Role in Aerobic Life. **Current medicinal chemistry**, v. 10, p. 2495-2505.

- IZZI, V.; MASUELLI, L.; TRESOLDI, I.; SACCHETTI, P.; MODESTI, A.; GALVANO, F.; BEIR. 2012. The effects of dietary flavonoids on the regulation of redox inflammatory networks. **Frontiers in bioscience**, v. 17, p. 2396-418.
- JOHNSTON, C.S.; STEINBERG, F. M.; RUCKER, R. B. 2007. Ascorbic acid. In: ZEMPLENI, J.; RUCKER, R.B.; MC CORMICK, D. B.; SUTTLE, J. W. (Ed.). Handbook of Vitamins, CRC Press, Boca Raton, FL, 4 ed. cap. 15, p. 489 – 520.
- KHAN, R. U.; NAZ, S.; NIKOUSEFAT, Z.; SELVAGGI, M.; LAUDADIO, V.; TUFARELLI, V. 2012. Effect of ascorbic acid in heat – stressed poultry. **World's poultry science journal**, v. 68, p. 477 – 489.
- KURIA, A.; FANG, X.; LI, M.; HAN, H.; HE, J. 2020. Does dietary intake of selenium protect against cancer? A systematic review and meta-analysis of population-based prospective studies. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 60, p. 684-694.
- LEITE H P.; SARNI, R S. 2003. Radicais livres, anti-oxidantes e nutrição. **Revista brasileira de nutrição clinica**, v. p. 87-94.
- LI, B.; LI, W.; TIAN, Y.; GUO, S.; QIAN, L.; XU, D.; CAO, N. 2020. Selenium-Alleviated Hepatocyte Necrosis and DNA Damage in Cyclophosphamide-Treated Geese by Mitigating Oxidative Stress. **Biological trace element research**, v. 193, p. 508-516.
- LIN, H.; JIAO, H.C.; BUYSE, J.; DECUYPERE, E. 2006. Strategies for preventing heat stress in poultry. **World's poultry science**, v. 62 p. 71–76.
- LINSTER, C.; SCHAFTINGEN, E. V 2007. Vitamin C: Biosynthesis, recycling and degradation in mammals, **The FEEBS journal**, v. 274, p. 1-22.
- LOHAKARE, J.; RYU, M.; HAHN, T. W.; LEE, J.; CHAE, B. 2005. Effects of supplemental ascorbic acid on the performance and immunity of commercial broilers. **The journal of applied poultry research**, v. 14, p. 10–19.
- LOURENS, A.; MOLENAAR, R.; VAN DEN BRAND, H.; HEETKAMP, M.J.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B. 2006. Effect of egg size on heat production and the transition of energy from egg to hatchling. **Poultry science**, v.85, p.770-776.
- LUCCHESI, L.; GARCEZ, M.; SALVADOR, M.; PASQUALOTTO, E. B.; PASQUALOTTO, F. F. 2007. A influência das espécies reativas de oxigênio na infertilidade masculina. **Reprodução e climatério**, v. 22, p. 7-14.
- MA, X.; LIN, Y.; ZHANG, H.; CHEN, W.; WANG, S.; RUAN, D.; JIANG, Z. 2014. Heat stress impairs the nutritional metabolism and reduces the productivity of egg-laying ducks. **Animal reproduction science**, v. 145, p. 182-190.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALEZ, E. 2002. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista. p.97-104.

McDOWELL, L.R. 2000, Vitamins in Animal and Human Nutrition. Comparative aspects to human nutrition. California, Academy Press, p. 812.

MENG, T.Y.L.; LIU, C.Y.; XIE, B.; ZHANG, Y.Q.; HUANG, Y.W.; ZHANG, Y.; YAO, R.; HUANG, X. W U. 2019. Efeitos de diferentes fontes de selênio no desempenho de postura, concentração de selênio no ovo e capacidade antioxidante em galinhas poedeiras. **Biological trace element research**, v. 189 p. 548 – 555.

MOORES, J. 2013. Vitamin C: a wound healing perspective. **British journal of community nursing**, v. 18, p. 6 - 8.

MUJAHID, A.; YOSHIKI, Y.; AKIBA, Y.; TOYOMIZU, M. 2005. Superoxide radical production in chicken skeletal muscle induced by acute heat stress. **Poultry science**, v. 84 p. 307–314.

NEMATI, Z.; AHMADIAN, H.; BESHARATI, M.; LESSON, S.; ALIREZALU, K.; DOMÍNGUEZ, R.; LORENZO, J.M. 2020. Assessment of Dietary Selenium and Vitamin E on Laying Performance and Quality Parameters of Fresh and Stored Eggs in Japanese Quails. **Foods**, v. 9, p. 13-24.

OLIVEIRA, T.F.B.; RIVERA, D.F.R.; MESQUITA, F.R.; BRAGA, H.; RAMOS, E.M.; BERTECHINI, A.G. 2014. Effect of different sources and levels of selenium on performance, meat quality, and tissue characteristics of broilers. **The journal applied poultry research**, v. 23 p. 15–22.

OSKOEIAN, E.; ABDULLAH, N.; IDRUS, Z.; EBRAHIMI, M.; GOH, Y.M.; SHAKERI, M.; OSKOEIAN, A. 2014. Palm kernel cake extract exerts hepatoprotective activity in heat-induced oxidative stress in chicken hepatocytes. **BMC Complementary and alternative medicine**, v. 14, p. 1.

PAMOK, S.; AENGWANICH, W.; KOMUTRIN, T. 2009. Adaptation to oxidative stress and impact of chronic oxidative stress on immunity in heat-stressed broilers. **Journal of thermal biology**, v. 34, p. 353-357.

PAN, E.A.; RUTZ, F.; DIONELLO, N.J.L.; ANCIUTI, M.A.; KRABBE, E.L. 2010. Desempenho de poedeiras semipesadas arraçoadas com a suplementação de selênio orgânico. **Revista brasileira de agrociência**, v.16, p.83-89.

PAPPAS, A.C.; ZOIDIS, E. 2012. The role of selenium in chicken physiology. New Insights. In: Kapur I, Mehra A, editors. Chicken: physiology, diseases and farming practices. New York, NY: **Nova science publishers**, v. 14 p. 51–69.

PASTORE, S.M.; OLIVEIRA, W.P.; MUNIZ, J.C.L. 2012. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista eletrônica nutritime**, v. 9, p. 2041-2049.

PATON, N.D.; CANTOR, A. H.; PESCATORE, A. J.; FORD, M.J. AND SMITH, C.A. 2002. The Effect of Dietary Selenium Source and Level on the Uptake of Selenium by Developing Chick Embryos. **Poultry science**, v. 81, p. 1548–1554.

PEDROSO, A.A.; ANDRADE, M.A.; CAFÉ, M.B.; LEANDRO, N. S. 2005. Fertility and hatchability of eggs laid in the pullet-to-breeder transition period and in the initial production period. **Animal reproduction science**, v. 90, p. 355-364.

POKHREL, N.; BEN, T.A.L.; COHEN, E.; GENIN, O.; RUZAL, M.; SELADONENFELD, D.; CINNAMON, Y. E. 2018. Effects of storage conditions on hatchability, embryonic survival and cytoarchitectural properties in broiler from young and old flocks. **Poultry science**, v. 97, p. 1429- 1440.

PORTUGAL, S. J.; MAURER, G.; THOMAS, G. H.; HAUBER, M. E.; GRIM, T.; CASSEY, P. 2014. Nesting behaviour influences species-specific gas exchange across avian eggshells. **Journal of experimental biology**, v. 217, p. 3326-3332.

QAZI, I.H.; ANGEL, C.; YANG, H.; PAN, B.; ZOIDIS, E.; ZENG, C.J.; HAN, H.; ZHOU, G.B. 2018. Selenium, Selenoproteins, and Female Reproduction: A Review. **Molecules**, v. 23, p. 305.

QUINTEIRO-FILHO, W.; RIBEIRO, A.; FERRAZ-DE-PAULA, V.; PINHEIRO, M.; SAKAI, M.; SÁ, L.; FERREIRA, A.; PALERMO-NETO, J. 2010. Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. **Poultry science**, v. 89, p. 1905–1914.

RAHMAN, Z.; SINGH, V. P. 2019. The relative impact of toxic heavy metals (THMs)(arsenic (As), cadmium (Cd), chromium (Cr)(VI), mercury (Hg), and lead (Pb)) on the total environment: an overview. **Environmental monitoring and assessment**, v. 7, p. 419.

RATRIYANTO, A.; FIRMAND, F.; PURWANTI, H.; MURJOKO, M. 2020. Nutrient digestibility, performance, and egg quality traits of quails raised in different stocking densities and ascorbic acid supplementation in a hot, tropical environment. **Journal veterinary and animal science**, v. 44, p. 350-357.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M. A.; MAIER, J. C 2014. Digestão, Absorção e Metabolismo das Vitaminas, Ed. Nutrição de não ruminantes, 1 ed. Funep/Jaboticabal, cap. 10, p. 143 - 166.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M.A.; RECH, J.L.; RECH, C.L.S.; ROSSI. P. 2005. Impacto da utilização de minerais orgânicos sobre o metabolismo e desempenho das aves. p. 257-268.

SAHIN, K.; SAHIN, N.; KUCUK, O.; HAYIRLI, A.; PRASAD, A. S. 2009. Role of dietary zinc in heat-stressed poultry a review. **Poultry science**, v. 88 p. 76-83.

SAHIN, N.; KUÇUK, O. 2003. Effects of chromium and ascorbic acid supplementation on growth, carcass traits, serum metabolites, and antioxidant status of broiler chickens reared at a high environmental temperature. **Nutrition research**, v. 23, p. 225-238.

SALEH, A. A.; EBEID, T. A. 2019. Feeding sodium selenite and nanoselenium stimulates growth and oxidation resistance in broilers. **Animal science**, v. 49, p. 76-84.

SCHRAUZER, G.N.; SURAI, P.F. 2009. Selenium in human and animal nutrition: Resolved and unresolved issues. **Critical reviews in biotechnology**, v. 29, p. 2–9.

SEVEN, I.; AKSU, T.; SEVEN, P.T. 2010. The effects of propolis on biochemical parameters and activity of antioxidant enzymes in broilers exposed to lead-induced oxidative stress.. **Journal animal science**, v. 23, p. 1482–1489.

SILVA, R.D.M.; MENTEN, J.F.M.; CARDOSO, M.K. 1993. Suplementação de vitamina c associada à densidade de criação no desempenho de frangos de corte. **Journal of agricultural science**, v. 50, p.490-497.

SORICE, A.; GUERRIERO, E.; CAPONE, F.; COLONNA, G.; CASTELLO, G.; COSTANTINI, S. 2014. Ascorbic acid: Its role in immune system and chronic inflammation diseases. **Current medicinal chemistry**, v. 14, p. 444–452.

SURAI, P. F. 2000. Effect of selenium and vitamin E content of the maternal diet on the antioxidant system of the yolk and the developing chick. **Poultry science** v. 41, p. 235–243.

SURAI, P.F.; BLESBOIS, E.; GRASSEAU, I.; CHALAH, T.; BRILLARD, J.P.; WISHART, G.J.; CEROLINE, S.; SPARKS, N.H.C. 1998. Fatty acid composition, glutathione peroxidase and superoxide dismutase activity and total antioxidant activity of avian semen. **Comparative biochemistry and physiology**, v. 120, p. 527-533.

SURAI, P.F.; FISININ, V.I. 2015 Selenium in Pig Nutrition and reproduction: Boars and semen quality—A Review. **Journal animal. science**, v. 7, p. 28-30.

TURK, G.; SIMSEK, U.G.; CERIBASI, A.O.; CERIBASI, S.; KAYA, S.O. 2015. Effect of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) bark oil on heat stress-induced changes in sperm production, testicular lipid peroxidation, testicular apoptosis and androgenic receptor density in developing Japanese quail. **Theriogenology**, v. 84, p. 365-376.

UTTERBACK, P.L.; PARSONS, C.M.; YOON, I.; BUTLER, J. 2005. Effect of supplementing selenium yeast in diets of laying hens on egg selenium content. **Poultry science**, v. 84, 1900–1901.

VALENÇA, R.M.B.; GUERRA, M.M.P. 2007 Espécies Reativas ao Oxigênio (ROS) e a utilização de antioxidantes na criopreservação do sêmen suíno. **Revista brasileira de reprodução animal**, v.31, p.47-53.

WEIR, C.P.; ROBAIRE, B. 2007. Sperm have decreased antioxidant enzymatic capacity and increased reactive oxygen species production during aging in the brown norway rat. **Journal of andrology**, v. 28, p. 229-240.

XU, J.; GONG, Y.; SUN, Y.; CAI, J.; LIU, Q. 2019. Impact of selenium deficiency on inflammation, oxidative stress, and phagocytosis in mouse macrophages. **Biological trace element research**, v. 194, p. 237-243.

YANG, L.; TAN, G. Y.; FU, Y. Q.; FENG, J. H.; ZHANG, M. H. 2010. Effects of acute heat stress and subsequent stress removal on function of hepatic mitochondrial respiration, ROS production and lipid peroxidation in broiler chickens. **Comparative biochemistry and physiology**, v. 151 p. 204–208.

YILDIRIM, S.; OZKAN, C.; HUYUT, Z.; ÇINAR, A. 2019. Detection of Se, vit. E, vit. A, MDA, 8-OHdG, and CoQ10 levels and histopathological changes in heart tissue in sheep with white muscle disease. **Biological trace element research**, v. 188, p. 419-423.

ZHOU, J.; HUANG, K.; LEI, X. G. 2013. Selenium and diabetes—evidence from animal studies. **Free radical biology medicine**, v. 65, p. 1548–1556.

ZHOU, J.C.; ZHENG, S.; MO, J.; LIANG, X.; XU, Y.; ZHANG, H.; GONG, C.; LIU, X.-L.; LEI, X.G. 2017. Dietary selenium deficiency or excess reduces sperm quality and testicular mRNA abundance of nuclear glutathione peroxidase. **Journal animal science**, v. 147, p. 1947–1953.

II – OBJETIVOS GERAIS

Analisar os efeitos da suplementação do selênio orgânico, associado ou não a vitamina C em dieta de matrizes de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) sobre o desempenho produtivo, reprodutivo, de incubação e perfil oxidativo de reprodutores, embriões e pintainhos na primeira semana de vida.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o consumo da ração; produção de ovos ave/dia; peso médio e massa de ovos; conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos e viabilidade das aves;
- Determinar a densidade específica, pesos da gema, do albúmen e da casca Unidade Haugh e índice de gema dos ovos;
- Avaliar o desempenho da progênie de 1 a 35 dias oriundas de matrizes de codornas japonesas;
- Avaliar o perfil sérico e antioxidante de fêmeas e machos de codornas japonesas;
- Avaliar o efeito do selênio e da vitamina C sobre os ovos incubados por meio da eclodibilidade, fertilidade e mortalidade;
- Analisar o estado oxidativo de matrizes (gema, fígado e soro), reprodutores (soro) e progênie (músculo, fígado e saco vitelínico) durante a primeira semana de vida.

III– Se levedura e vitamina C em dietas para codornas japonesas: desempenho produtivo e perfil oxidativo das matrizes e sua progênie

Aires Santos Silva¹; Tatiana Carlesso dos Santos^{*2}

¹Acadêmica do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, UEM/Maringá.

²Docente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, UEM/Maringá.

*Autor correspondência: tcsantos@uem.br

Resumo: Objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação de selênio levedura (SeLev) associado ou não a vitamina C (vitC) nas dietas de codornas japonesas sobre o desempenho produtivo, qualidade dos ovos, desempenho da progênie, atividade sérica (colesterol e triglicerídeos), estado antioxidante (capacidade de captura dos radicais DPPH) e peroxidação lipídica (TBARs). As codornas japonesas (16 semanas) foram distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso com 5 tratamentos, 12 repetições e 7 aves (2 machos e 5 fêmeas). As dietas experimentais consistiram em: dieta basal (DB): 0,25mg Se inorgânico; 0,3Sell: DB+0,3 mg SeLev; 0,6Sell: DB+0,6 mg SeLev; 0,2Eco: DB+0,3 mg SeLev + 6,37 mg vitC; e 0,4Eco: DB+0,6 mg SeLev+13,08 mg vitC). Os dados foram submetidos a ANOVA e teste Tukey ($P<0,05$). Não houve efeito das dietas sobre o desempenho produtivo, a qualidade de ovos e o desempenho de progênie. Observou-se redução dos níveis de colesterol para as fêmeas e dos triglicerídeos para as fêmeas e os machos que receberam as dietas suplementadas. Para os machos, apenas a dieta 0,6 Sell reduziu os níveis de colesterol no soro sanguíneo. Nas fêmeas, houve efeito das dietas na capacidade antioxidante com maiores médias de DPPH no soro fígado e gema, com maiores médias nas dietas suplementadas, sem diferenças entre estas. Para os machos, não houve efeito das dietas no soro. Houve efeito das dietas suplementadas sobre a peroxidação lipídica com redução de MDA no fígado, gema, soro de machos e fêmeas. Concluiu-se que as dietas suplementadas com SeLev com e sem vitC aumentam a capacidade antioxidante, diminuem níveis séricos, reduzem a peroxidação lipídica no soro sanguíneo, fígado e gema de ovos de reprodutores de codornas japonesas.

Palavras-chave: Ácido ascórbico, antioxidantes, malonaldeído, minerais orgânicos.

Abstract: The objective was to evaluate the effects of selenium yeast (SeLev) and vitamin C (vitC) supplementation in Japanese quail diets on production performance, egg quality, offspring performance, serum activity (cholesterol and triglycerides), antioxidant status (DPPH radical scavenging capacity) and lipid peroxidation (TBARs). Japanese quails (16 weeks old) were distributed in an entirely randomized design with 5 treatments and 12 repetitions, 7 birds. Treatments consisted of basal feed: 0.25mg Se inorganic; 0.3Sell: basal feed+0.3 mg SeLev; 0.6Sell: basal feed+0.6 mg SeLev; 0.2Eco: basal feed+0.3 mg SeLev + 6.37 mg vitC; and 0.4Eco: basal feed+0.6 mg SeLev+13.08 mg vitC). Data were subjected to ANOVA and Tukey test. There was no effect of diets on productive performance, egg quality and progeny performance. In the serum biochemistry analysis, in the supplemented diets there was a reduction in cholesterol levels for the females and in triglyceride levels for females and males. In the males there was an effect of the diets for cholesterol, being the 0.6Sell with the lowest values. There was an effect of the diets on the antioxidant capacity in the serum of the females, liver and yolk, with higher means in the supplemented diets, without differences among them. For the males, there was no effect of the diets on serum. There was an effect of the diets on lipid peroxidation in liver, yolk, and serum of males and females. It was concluded that diets supplemented with SeLev with and without vitC increase the antioxidant capacity and reduce lipid peroxidation of blood serum, liver and yolk, being indicated in breeding groups of Japanese quails

Keywords: Antioxidants; performance; nutritional modulation; production.

1. Introdução

O estresse oxidativo, além de causar danos no organismo dos animais, prejudica de forma intensa a produção avícola interferindo no ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e produção de ovos, além de prejudicar os critérios que correspondem a qualidade de ovos. Estudos têm mostrado que o uso de substâncias nutricionais com funções antioxidantes na ração de aves pode atenuar os efeitos negativos do estresse oxidativo no desempenho das aves (Barbosa 2010).

O selênio (Se) destaca-se em função de constituir a enzima glutathione peroxidase, já que é produzida de forma natural no organismo, tendo como principal função proteger as células contra os danos oxidativos. O selênio em sua forma orgânica, tem sido bem explorada por ser uma alternativa à suplementação em sua forma inorgânica, e, esse último pode ser transferido para o ambiente por meio das fezes, enquanto a forma orgânica consegue ser menos tóxica e reduzir riscos de poluição, além de depositar melhor nos tecidos e nos ovos (Skrivan et al. 2012).

A vitamina C também tem papel fundamental na redução de substâncias reativas ao oxigênio (ROS) e pode ser usada na alimentação com objetivo de manter a produção de ovos pelas aves já que ela estimula a produção do 1,25-diidroxi-colecalciferol aumentando a mobilização de cálcio ajudando na formação da casca (Ames 2001; Rutz 2002). Além disso, a vit C também atua reciclando a vitamina E, atuando como boas alternativas para minimizar a oxidação lipídica (Grobas et al. 2001).

Nesse sentido, a combinação de minerais e vitaminas ou até mesmo o uso destes de forma isolada são estratégias usadas para melhorar o desempenho produtivo reparando os impactos causados pelo estresse oxidativo visto que esses dois elementos são

importantes para manutenção de funções funcionais no organismo. (Saeed et al. 2017; Changxing et al.2018). Como ambas substâncias atuam como antioxidantes biológicos e auxiliam na proteção de membranas celulares contra danos oxidativos. (Khan et al. 2016). Portanto, essas substâncias são usadas com objetivo de retardar a velocidade da oxidação por meio dos efeitos deletérios dos radicais livres conservando a integridade da célula. (Duarte et al. 2006).

Este estudo foi conduzido sob a hipótese de que a suplementação de selênio levedura isolado ou associado a vitamina C pode melhora os resultados, sobre o desempenho da progênie e se estes podem atuar na estabilização dos radicais livres, por meio da atividade antioxidante e peroxidação lipídica em reprodutores de codornas. Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação de Se levedura associado ou não a vitamina C em dietas de codornas japonesas sobre o desempenho produtivo, qualidade dos ovos, desempenho da progênie, da atividade sérica e estado antioxidantes de matrizes de codornas japonesas.

2. Material e Métodos

Esse trabalho foi aprovado e conduzido de acordo com as especificações do Comitê de Ética no Uso de Animais sob protocolo de nº 8841300920 da Universidade Estadual de Maringá, Paraná.

Foram utilizadas 420 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) (300 fêmeas e 120 machos) com 16 semanas de idade, selecionadas por peso e postura. As aves foram alojadas em galpão de postura em gaiolas metálicas de ferro galvanizado (gaiolas: 30 cm altura x 38 cm largura x 25cm de profundidade), providas de bebedouros tipo nipple e comedouros tipo calha. O manejo de iluminação foi de 17 horas de luz (natural

+ artificial) para manter o estímulo de postura das aves. Foram aferidas as temperaturas por intermédio de termohigrômetro digital todos os dias no galpão experimental e as temperaturas médias encontradas foram de máxima (31,47°C) e mínima (19,75°C) e umidade relativa do ar de 64%.

2.1 Delineamento e dietas experimentais

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 5 tratamentos relacionados a dietas, 12 repetições, com 7 aves (5 fêmeas e 2 machos)/repetição. Uma dieta foi formulada para atender as exigências nutricionais das codornas em período de postura, de acordo com (Rostagno et al. 2017). Os tratamentos consistiram em: 1) dieta basal (DB) contendo 0,25mg/kg de Se inorgânico, na forma de selenito de sódio (SS), 2) DB + 0,3 mg/kg de Se levedura (0,3 Sell), 3) DB + 0,6 mg/kg de Se levedura, 4) DB + 0,3 mg/kg de Se levedura + 6,37 mg/kg de Vitamina C (0,2 Eco) e 5) DB + 0,6 mg/kg Se de levedura + 13,08 mg/kg de Vitamina C (0,4 Eco). (Tabela 1)

2.2 Desempenho produtivo e qualidade de ovos

Após 2 duas semanas de adaptação das aves às dietas experimentais, iniciou-se o período experimental, que teve duração de 63 dias, sendo três ciclos de 21 dias cada. Ao final de cada ciclo, foi mensurado o desempenho produtivo das aves por meio das variáveis: consumo diário de ração (CDR, g/ave), massa de ovos (MO, g) e conversão alimentar (CA, g/g e g/dúzia). Vale salientar que, os machos e as fêmeas compartilharam da mesma gaiola, por isso, o CDR, g/ave e CA referem-se à lote misto.

Para avaliar a qualidade de ovos, nos últimos três dias de cada ciclo produtivo, três ovos/gaiola/dia (n=3) foram coletados para determinação do peso médio (g), dos

pesos relativos da casca, gema e albúmen, da espessura da casca (μm), da gravidade específica (g/L), da unidade Haugh (UH) e do índice gema (IG).

Para avaliar a gravidade específica (g/L) do ovo, foi levado em consideração a metodologia de Pym (1969) na qual os ovos foram imergidos em diferentes soluções salinas, com concentrações que variaram de 1050 a 1090 g/L (com intervalo de 0,005), e os ovos que flutuavam correspondiam a respectiva densidade. Posteriormente, os ovos foram pesados em balança semianalítica ($\pm 0,001\text{g}$) e quebrados em uma superfície plana de vidro para determinação da altura de albúmen e gema e mensuração do diâmetro da gema. O diâmetro da gema (mm) foi medido com auxílio de um paquímetro digital ($\pm 0,05\text{mm}$) e altura do albúmen (mm) foi mensurada com um paquímetro digital acoplado a um tripé metálico.

A unidade haugh (UH) foi obtida por meio de: $UH = 100\log(H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$, em que H é a altura do albúmen (mm) e W é o peso do ovo (g). O índice gema foi calculado pela relação entre a altura da gema (mm) /largura da gema (mm), também medidos com auxílio de um paquímetro.

As cascas foram lavadas, secas com auxílio de uma estufa a 55°C por 24 horas, pesadas e, em seguida, a espessura foi mensurada, com auxílio de micrômetro digital (Mitutoyo Co., Modelo 700s, Kawasaki, JP). Após a obtenção dos pesos da casca, da gema e do albúmen, determinou-se por diferença os pesos dos componentes do ovo e calculou-se o peso relativo.

2.3 Desempenho da progênie

Foram incubados por 5 dias em média 1250 ovos ($n = 250/\text{tratamento}$) em incubadora vertical (Petersime®, modelo Labo 13) em um programa de estágio único a

60% de umidade e temperatura de 37,4°C/99,75 F), com viragem automática. Decorridas 348 horas de incubação, os ovos foram transferidos para a câmara de eclosão (Petersime®, modelo Labo 9) por 72 horas (temperaturas de 37,0 °C/98,60 F e 70% umidade). Após a eclosão, 500 pintainhos (lote misto) foram selecionados e distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, com 5 tratamentos relacionados a dieta das matrizes e 4 repetições ($n = 25$ aves por unidade experimental, lote misto). O desempenho produtivo: ganho de peso diário (GPD, g), consumo diário de ração (CDR, g) e conversão alimentar (CA, g/g) foi calculado considerando o período de 1 a 35 dias de idade, sendo as fases cria (1-14 dias) e de recria (15-35 dias). De 14 a 35 dias e de 1 a 35 dias a relação macho e fêmea foi utilizado como covariável na análise estatística.

As codornas foram alojadas em boxes (2 x 1 m) com cama composta por casca de arroz. Para o fornecimento de água, na primeira semana foram utilizados bebedouros infantis que, nas semanas subsequentes, foram substituídos pelos bebedouros pendulares. Para o fornecimento de ração, utilizou-se comedouro tubular infantil *ad libitum*. Para aquecimentos nos primeiros 15 dias foram utilizadas lâmpadas infravermelhas com temperatura inicial de 35°C e reduzindo até temperatura ambiente.

Todos os pintainhos receberam a mesma dieta experimental, avaliando apenas os efeitos residuais das dietas fornecidas às matrizes. As dietas fornecidas nas fases de cria e recria para os pintainhos foram baseadas na composição de alimentos e nas exigências nutricionais para codornas em fase de crescimento das tabelas brasileiras de aves e suínos (Rostagno et al. 2017).

2.4 Coleta de amostras

Ao final do período experimental das matrizes e reprodutores, foi colhido sangue na veia da asa de 20 fêmeas e 10 machos por tratamento. As amostras de sangue foram centrifugadas a 3000 rpm por um período de 15 min dando origem as alíquotas, foram congeladas e armazenadas usadas para análises sérica e atividade antioxidante. Logo após a hipovolemia, as aves foram sacrificadas por deslocamento cervical e foram coletadas amostras de fígado que foram imediatamente congeladas em nitrogênio líquido, e em seguida foram armazenadas em freezer -80°C para posteriores análises de atividade antioxidante. Os ovos foram coletados para realização de coleta do conteúdo da gema, esta foi coletada fresca, foi utilizada 4 pools/ trat as amostras foram armazenadas em tubo criogênico e congeladas e armazenadas.

2.5 Atividade antioxidante sérica e hepática e conteúdo da gema

Inibição do radical DPPH

Foi analisado a atividade antioxidante do soro e fígado pela análise de inibição (%) do radical DPPH (2,2 – difenil – 1 – picril - hidrazil). Para isso, extratos foram preparados a partir de 100mg de amostras (1:10; m/v em metanol) e 100µl de soro (1:10; v/v em metanol) após esse processo, esses extratos foram homogeneizados (Phoenix luferco, AP 22, Araraquara, BR), centrifugados a 3000 rpm por 20 min (MPW Med. Instruments, MPW-351R, Varsóvia, PL) e em seguida foi coletado o sobrenadante.

A análise de inibição do radical DPPH (%) seguiu a metodologia adaptada de Li et al. (2009). A solução do radical DPPH (Sigma-Aldrich, D9132, Saint Louis, EUA) foi preparada em metanol (60 µM) a qual foi adicionada 2850 µl a 150 µl de extrato da amostra. As leituras ocorreram no início e após 30 min (ao abrigo da luz) a 515 nm de comprimento de onda, sendo a atividade antioxidante calculada pela seguinte equação:

$$\text{Inibição do radical DPPH (\%)} = (1 - (\text{Abs amostra} / \text{Abs DPPH})) \times 100$$

Sendo: Abs_{amostra} = Absorbância da amostra após 30 min e Abs_{DPPH} = Absorbância do radical DPPH.

2.6 Peroxidação lipídica sérica e hepática e conteúdo da gema

Peroxidação lipídica

A peroxidação lipídica foi determinada pelo método de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) que mensura a produção de malonaldeído (MDA), de acordo com metodologia adaptada de Vital et al. (2016). Para isso, 300 mg de amostra (fígado e gema) e 100µl de soro foram misturados em solução de TCA - Ácido Tricloroacético (15% TCA, 0,1% ácido etilenodiamino tetra-acético e 0,1% ácido gálico) (1:10, m/v), centrifugados a 4°C por 15 min a 3.000 rpm (MPW Med. Instruments, MPW-351R, Varsóvia, PL) e, após o sobrenadante foi coletado. Em tubo protegido da luz, foi adicionado solução de ácido tiobarbitúrico (TBA) (1% TBA, 562,5 µM HCl e 15% TCA, em água destilada) e extrato (1:1, v/v), seguido de banho fervente (Marconi, MA-184, Piracicaba, BR) durante 15 min a 100°C. Após o banho fervente, as amostras foram resfriadas e realizou-se leitura em espectrofotômetro (Thermo Scientific™, Evolution™ 300 UV-VIS, Waltham, USA) a 532 nm de comprimento de onda. A peroxidação lipídica foi expressa como µg de MDA/g de tecido calculado usando curva padrão de 1,1,3,3-tetrametoxipropano (TMP) 1mM como padrão.

Bioquímicas séricas

Para determinar as variáveis de colesterol e triglicerídeos desses animais. Essas análises foram efetuadas por meio de kits comerciais (Gold analisa), levando em consideração os procedimentos operacionais descritos no próprio kit.

2.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise estatística utilizando o programa Statistical Analysis System (SAS 9.0), com nível de 5% de significância. Os efeitos dos tratamentos foram estimados por meio de análise de variância e quando identificadas diferenças significativas foram comparadas pelos testes de comparação entre as médias (Teste Tukey 5%) para detectar se houve diferença entre os tratamentos envolvidos.

3. Resultados

3.1 Desempenho produtivo e qualidade de ovos

Os dados de desempenho produtivo e qualidade de ovos das matrizes de codornas japonesas estão apresentados na tabela II. Os resultados de desempenho produtivo e qualidade de ovos não foram influenciados ($P > 0,05$) pela suplementação de 0,3mg/kg e 0,6mg/kg de selênio com ou sem vitamina C.

3.2 Desempenho da progênie

A análise de desempenho da progênie foi realizada em função das dietas dos reprodutores (fase inicial (1-14 dias de idade), recria (15-35 dias de idade) e total (1-35 dias) (Tabela III). Não foi observado efeito das dietas suplementadas com 0,3mg/kg e 0,6mg/kg de selênio com ou sem vitamina C sobre o desempenho produtivo de progênie.

3.3 Variáveis séricas

Houve efeito significativo das dietas sobre o conteúdo de triglicerídeos e colesterol séricos de reprodutores machos e fêmeas com 28 semanas de idade (Tabela IV). Nas dietas em que as aves foram suplementadas com 0,3 ou 0,6 mg/kg de Se levedura, com ou sem vit C, houve redução dos níveis de colesterol para as fêmeas e dos triglicerídeos para as fêmeas e os machos quando comparado aos animais que consumiram a dieta basal. Já para os machos, houve redução em todos os tratamentos quando comparados ao basal, sendo que as aves suplementadas com 0,6 Sell tiveram o menor valor de colesterol sérico.

3.4 Atividade antioxidante e peroxidação lipídica sérica e hepática

A capacidade antioxidante foi analisada pela percentagem de inibição do radical DPPH em soro do macho e fêmea, em fígado das fêmeas e no conteúdo da gema. Houve efeito das dietas na capacidade de inibição do radical DPPH no soro sanguíneo das fêmeas, fígado e conteúdo da gema, com maiores médias nas dietas suplementadas em comparação a dieta basal (Tabela V). Para os machos, não houve efeito das dietas no soro sanguíneo.

A peroxidação lipídica foi estimada pela quantificação de produção de malonaldeído (MDA/g) no soro de machos e fêmeas, fígado da fêmea e conteúdo da gema (Tabela VI). Houve efeito das dietas sobre a peroxidação lipídica em todas as variáveis analisadas. No fígado, na gema, no soro de machos e fêmeas, as menores médias foram observadas nas dietas 0,6 Sell e 0,2 Eco.

4. Discussão

De forma geral, as dietas experimentais não influenciaram o desempenho produtivo das codornas japonesas. Neste trabalho, foi possível perceber que os animais,

apesar de estarem recebendo as suplementações de Se levedura e a vitamina C, as dietas não influenciaram nos índices zootécnicos.

Outros autores, também observaram que com a suplementação de Se não foi efetiva na melhoria do desempenho das aves. (Bennet & Cheng 2010) utilizaram diferentes fontes de Se e não observaram efeito no consumo de ração, na produção e peso dos ovos. Resultado corroborado por (Jhaila et al. 2013) que avaliaram níveis de inclusões de diferentes fontes de selênio e não observaram diferenças para o consumo de ração, peso de ovos, massa de ovos e taxa de postura. Resultados de (Chantiratikul et al. 2018) também confirmam que, ao suplementar a ração de poedeiras com 0,3mg/kg de Se não influenciou o consumo de ração, a produção e peso dos ovos (Han et al. 2017). (Rodríguez-Alfaro et al. 2019) suplementaram dietas para poedeiras com 0,3 e 0,4 ppm de Se e não constataram efeito para os parâmetros de desempenho. (Bastistioli 2019) ao suplementar 0,2 ppm de Se inorgânico ou orgânico na ração de galinhas poedeiras, não constatou melhora nas variáveis de desempenho das aves.

Resultado consistente com o de (Santos 2013) que, ao suplementar codornas japonesas com 0,2 mg/kg de selênio, não observou melhoria no desempenho das aves. Esses resultados de desempenho foram semelhantes aos obtidos por (Gravena et al. 2011) que não observaram efeito da suplementação de codornas japonesas com 0,34, 0,70 e 1,05 ppm de selênio orgânico na dieta para nenhum parâmetro de desempenho.

A qualidade dos ovos das codornas não foi afetada pela suplementação das dietas com Se levedura e vitamina Cs. Corroborando com este achados, (Han et al. 2017) suplementaram 0,3 ppm de Se na dieta de galinhas poedeiras e não obtiveram efeito para os parâmetros de desempenho e qualidade dos ovos.

Nossos resultados estão de acordo com (Wang et al. 2011) que ao avaliarem frangos de corte oriundos de matrizes suplementadas com duas fontes de selênio (selenito de sódio e seleniomietionina), não observaram efeito da dieta no desempenho da progênie. As dietas residuais não interferiram no resultado de desempenho.

Os efeitos da suplementação de selênio levedura e vitamina C em codornas japonesas ainda é limitado, trabalhos com o uso destes dois elementos ainda é pouco encontrado. Neste trabalho, os resultados demonstraram que, quando as aves consumiram as dietas suplementadas houve redução de colesterol e triglicerídeos. O selênio pode estar envolvido no metabolismo do colesterol, permitindo a redução deste ao atuar inibindo a expressão da 3-hidroxi-3- metilglutaril coenzima A redutase, enzima chave, responsável pela síntese do colesterol (Su, 2015).

Em relação as dietas basais, as concentrações altas de colesterol e triglicérides podem ser justificadas porque essas dietas receberam apenas a fonte inorgânica do Se (selenito de sódio), uma justificativa pode ser pelas diferentes vias metabólicas, uma vez que as fontes de Se inorgânico não podem ser completamente metabolizadas em selenomietionina e aproveitadas em aves e por isso, é menos absorvido. Portanto, permite menos defesa desses animais. As fontes orgânicas são metabolizadas inicialmente como os aminoácidos sulfurados análogos e dessa forma, são incorporadas em selenoproteínas como a glutathione peroxidase. A selenomietionina é metabolizada com o aminoácido metionina sendo incorporada ao acaso em proteínas do organismo, assim liberada a selenomietionina podendo ser fonte de selênio (Sunde et al. 2016).

As dietas suplementadas com Se levedura mostraram-se com maior capacidade antioxidante e, conseqüentemente, promoveram menor peroxidação lipídica na gema, fígado e soro da fêmea, demonstrando que a suplementação proporcionou maior proteção, neutralizando o estresse oxidativo por meio de mecanismos antioxidantes, nos quais, atuaram diretamente por eliminação de espécies reativas de oxigênio (ROS) geradas por estressores e prevenindo os danos celulares.

Um das conseqüências do estresse oxidativo é a peroxidação lipídica na qual é constituída uma reação em cadeia nos ácidos graxos poli-insaturados das membranas celulares, alterando sua permeabilidade, fluidez e integridade. E, em conseqüência há uma perda da seletividade na troca iônica e liberação do conteúdo de organelas, como as enzimas hidrolíticas de lisossomas e formação de produtos citotóxicos, como o malondialdeído. O organismo possui defesas para combater as espécies reativas de oxigênio, como a glutathione, principal antioxidante endógeno não enzimático. Trata-se de um tripeptídeo contendo cisteína, o tiol não proteico mais abundante nas células. Esse antioxidante é sintetizado no fígado e transportado posteriormente para os tecidos (Wu, 2004).

A vitamina C atua como potente antioxidante no fluido extracelular, protegendo o organismo de espécies reativas de oxigênio, a suplementação com essa vitamina pode propiciar um estado redox favorável, minimizando os efeitos danosos causados pelo excesso de espécies reativas de oxigênio. Ela pode reagir com diferentes radicais livres se regenerar e estar presente em quantidades adequadas nas células, a vitamina C pode neutralizar diretamente os radicais livres, nos compartimentos aquosos das células (Shils et al.2009).

A vitamina C é uma doadora de elétrons ou agente redutor. Ela doa em sequência dois elétrons, ficando oxidada, enquanto a outra substância fica reduzida ao receber os elétrons, fato que impede sua oxidação. Ela também é capaz de diminuir a peroxidação lipídica. A ingestão de vitamina C é importante, pois previne acúmulo de radicais livres, principais causadores do envelhecimento no organismo (Barros e Bock, 2012).

As suplementações utilizadas neste trabalho reduziram a concentração de MDA no fígado, gema e soro de fêmeas e machos, protegendo da peroxidação lipídica e os danos das membranas celulares. As substâncias antioxidantes são a primeira linha de defesa contra a peroxidação. Isso é possível por meio de sua atividade de supressão de radicais livres, elas conseguem quebrar a propagação da cadeia e encerrar o ataque de radicais livres (Sahim 2002). Desse modo, o Se atua como regulador no mecanismo dos animais controlando a GPx e tiorredoxina redutase, os quais protegem a integridade das ligações insaturadas da membrana fosfolipídica pela extinção dos radicais livres, que propagam a oxidação lipídica. Nesse caso, acredita-se que as suplementações utilizadas aumentaram a atividade de GPx no fígado, gema e soro de machos e fêmeas e por isso, houve a diminuição de concentração de MDA (Sahim 2001).

O efeito protetor do Se na peroxidação lipídica deve-se as propriedades antioxidantes na atividade da GPx, que são reponsáveis pela redução do peróxido de hidrogênio e hidroperóxido lipídico na nível do citosol e da matriz mitocondrial (Sun et al. 1999; Mahmoud & Edens 2003; Bansal & Kaur 2005).

5. Conclusão

A utilização da suplementação de selênio levedura e vitamina C na dieta de codornas japonesas, com idade de 16 a 25 semanas, não interfere no desempenho produtivo das

aves, na qualidade dos ovos e no desempenho de progênie. Porém, as dietas suplementadas aumentam a capacidade antioxidante e reduzem a peroxidação no soro, fígado e conteúdo gema de matrizes podendo ser indicadas para produção de ovos férteis em codornas reprodutoras. Considerando os níveis testados e a sua associação é recomendado o nível de 0,3 Sell já que todas as suplementações tiveram bons resultados.

6. Referências Bibliográficas

AKBARIAN A, MICHIELS J, DEGROOTE J, MAJDEDDIN M, GOLIAN A, DESMET S. 2016. Association between heat stress and oxidative stress in poultry; mitochondrial dysfunction and dietary interventions with phytochemicals. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, v. 28, p. 7-37.

AMES BN. 2001. DNA damage from micronutrient deficiencies is likely to be a major cause of cancer. *Mutation Research*, v. 475, p.7–20.

BANSAL MP, KAUR P. 2005. Selenium, a versatile trace element: Current research implications. *Indian Journal of Experimental Biology*, v. 43, p. 1119–1129.

BARBOSA KBF, COSTA NMB, ALFENAS RCG, DE PAULA SO, MINIM VPR, BESSAN J. 2010. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. *Revista de Nutrição de Campinas*, v. 23 p. 629-643.

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

BENNETT DC, CHENG KM. 2010. Selenium enrichment of table eggs. *Poultry Science*. v. 89 p. 2166–2172.

CHANTIRATIKUL A, CHINRASRI O, CHANTIRATIKUL P. 2018. Effect of sodium selenite and Zinc-L-selenomethionine on performance and selenium concentrations in eggs of laying hens. *Asian Australian Journal Animal Science*, v. 21, p. 1048-1052.

GALLO-TORRES DC. 1980. Absorption, blood transport and metabolism of vitamin. In: *A Comprehensive Treatise New York*, (Machlin, L. J., ed.), p. 170–267.

GRAVENA RA, MARQUES RH, PICARELLI J, SILVA JDT, ROCCON J, HADA F H, QUEIROZ AS, MORAES, VMB .2011. Supplementation in quail diet with organic minerals on performance and egg quality. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 63, p.1453–1460.

HAN XJ, QIN P, LI WX, MA QG, JI C, ZHANG JY, ZHAO LH. 2017. 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.

LI W, HYDAMAKA A, LOWRY L, BETA T. 2009. Comparison of antioxidant capacity and phenolic compounds of berries, chokecherry and seabuckthorn. *Central European Journal Biology* v. 4 p. 499-506.

MA AA. 2005 - 1-Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v1 : Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 4. ed Brasília,. p 740.2- Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists* .14. ed., 1984. p 164.

MADKOUR M, EL-WARDANY I, ABDEL-FATTAH. 2015. Effect of Dietary Organic Selenium Supplement on Growth and Reproductive Performance of Japanese Quail Breeders and Their Progeny and its Relation to Antioxidation and Thyroid Activity International. *Journal of Poultry Science* V. 14, p. 317-324.

MAHMOUD KZ, EDENS FW. 2003. Influence of selenium sources on age-related and mild heat stress-related changes of blood and liver glutathione redox cycle in broiler chickens (*Gallus domesticus*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 136, p. 921–934.

MCDOWELL LR. 1989. Vitamins in animal nutrition: vitamin C, folacin. In: *Comparative Aspects to Human Nutrition* London, UK. (McDowell, L. R., ed.), p. 298–322.

MUJAHID A, SATO K, MTOYOMIZU YA. 2006. O estresse de frangos de corte, possivelmente via regulação negativa do conteúdo de proteína de desacoplament. *Poultry Science*, v. 85 p. 1259-1265.

QUINTEIRO-FILHO WM, RIBEIRO A, FERRAZ-DE-PAULA V, PINHEIRO ML, SAKAI M, SÁ LRM, FERREIRA AJP, PALERMO-NETO J. 2010. Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. *Poultry Science*. v. 89, p. 1905-1914.

RADWAN NL, SALAH ELDIN TA, EL-ZAIAT AA, MOSTAFA MASA. 2015. 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, p. 161-176.

RASHIDI AA, VAKILI R, KHATIBJOO A. 2010. Effects of Dietary Fat, Vitamin E and Zinc on Immune Response and Blood Parameters of Broiler Reared Under Heat Stress *Research Journal of Poultry Sciences* v. 3, p. 32-38.

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

ROSTAGNO HS. 2017. Brazilian tables for poultry and swine: composition of foods and nutritional requirements, Fourth ed. Viçosa, Minas Gerais, Brazil, p. 488.

RUTZ F. 2002. Absorção de vitaminas. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2ed., p.149- 165.

SAEED M, EL-HACK MEA, MAHROSE K, ARIF M, CHAUDHRY MT, SAADELDIN IM, SOOMRO RN, ABBASI IHR & REHMAN ZU. 2017. Alleviating the

environmental heat burden on laying hens by feeding on diets enriched with certain antioxidants (vitamin E and selenium) individually or combined. *Environmental Science and Pollut Research Internation*, v. 24, p. 08- 17.

SAHIN K, SAHIN N, YARALIOGLU S, ONDERCI M 2002. Protective role of supplemental vitamin E and selenium on lipid peroxidation, vitamin E, vitamin A, and some mineral concentrations of Japanese quails reared under heat stress. *Biological Trace Element Research*, v. 85, p. 59–70.

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

SAS Institute, *SAS® User's Guide: Statistics*, SAS Institute Inc., Cary, NC 1989.

SKRIVAN M, MAROUNEK M, ENGLMAIEROVÁ M, SKRIVANOVÁ E. 2012. 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, p. 660-664.

SUN QA, WU Y, ZAPPACOSTA F, JEANG KT, LEE BJ, HATFIELD DL, GLADYSHEV V N. 1999. Redox regulation of cell signaling by selenocysteine in mammalian thioredoxin reductases. *The Journal of Biology Chemistry*, v. 4, p. 22–30.

SUNDE RA, LI JL, TAYLOR RM. 2016. Insights para definição de requisitos nutricionais, obtidos por comparação de biomarcadores de status de selênio em perus e galinhas versus ratos, camundongos e cordeiros. *Nutritime* v. 7, p. 1129-1138.

SURAI PF, FISININ VI. 2016. Selenium in sow nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, v. 211, p. 18-30.

VERCESE F, GARCIA EA, SARTORI JR, SILVA AP, FAITARONE ABG, BERTO, DA, MOLINO A DE B, PELÍCIA K. 2012. Performance and egg quality of japanese quails submitted to cyclic heat stress. *Brazilian Journal of Poultry Science*. v.14, p.37-41.

WANG Y, ZHAN X, YUAN D, ZHANG X, WU R. 2011. Influence of dietary selenomethionine supplementaion on performance and selenium status of broiler breeders and their subsequest progeny. *Biology Trace Element Research*, v. 75, p. 497-507.

ZENG T, LI J, WANG D. 2014. Effects of heat stress on antioxidant defense system, inflammatory injury, and heat shock proteins of Muscovy and Pekin ducks: evidence for differential thermal sensitivities. *Comparative Study*, v. 19, p. 895–901.

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

Lista de tabelas:

TABELA 1. Composição das dietas experimentais para codornas em postura e codornas na fase inicial

Ingredientes (%)	Dietas experimentais						
	Postura					Progênie	
	Basal ⁶	0,3Sell	0,6Sell	0,2Eco	0,4Eco	1-14	15-35
Milho 7,86% PB	59,903	59,903	59,903	59,903	59,903	54,03	58,55
Farelo de Soja 45% PB	29,588	29,588	29,588	29,588	29,588	38,90	35,94
Calcário	6,765	6,765	6,765	6,765	6,765	1,05	0,89
Óleo de soja	0,842	0,842	0,842	0,842	0,842	2,23	1,28
Fosfato Bicálcico	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	2,20	1,75
Premix vit+min ^{1,2}	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	1,00	1,00
Sal comum	0,340	0,340	0,340	0,340	0,340	0,43	0,46
DL- Metionina	0,558	0,558	0,558	0,558	0,558	0,15	0,12
L-Lisina (HCl 99%)	0,366	0,366	0,366	0,366	0,366	0,01	0,01
Inerte ³	0,100	0,070	0,040	0,080	0,060	-	-
Sellplex ⁴	0,000	0,030	0,060	-	-	-	-
Economase ⁵	-	-	-	0,020	0,040	-	-
Composição calculada (%)							
Proteína Bruta	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	22,000	21,000
Energia Metab (Kcal/Kg)	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,900	2,900
Met (dig.)	0,803	0,803	0,803	0,803	0,803	0,447	0,41
Met+Cys (dig.)	0,942	0,942	0,942	0,942	0,942	0,744	0,69
Lys (dig.)	1,149	1,149	1,149	1,149	1,149	1,095	1,03
Sódio	0,147	0,147	0,147	0,147	0,147	0,205	0,21
Cálcio	2,990	2,990	2,990	2,990	2,990	1,092	0,91
Fósforo (disp.)	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,513	0,43
Selenito de sódio (mg/kg)	0,250					0,257	0,257
Selênio levedura (mg/kg)	-	0,300	0,600	0,300	0,600	-	-
Vitamina C (mg/kg)	-	-	-	6,370	13,080	-	-

¹ Quantidade por kg/ração– Vitamina A 2.500.000 UI; Vitamina D3: 500.000 UI; Vitamina E: 6.250 mg; Vitamina K3: 750 mg; Vitamina B1: 625 mg; Vitamina B2: 1.500 mg; Vitamina B6: 1.250 mg; Vitamina B12: 5.000 mg; Pantotenato de cálcio: 3.000mg; Niacina: 6.000mg; Ácido fólico: 250 mg; Biotina: 50 mg; Colina: 75 g; Zn: 13 g; Fe: 13 g; Mn: 15 g; Cu: 3.000 mg; I: 250 mg; Co: 50 mg; Se: 63 mg, Butil Hidroxi Tolueno (BHT): 1.000 mg ²Quantidade por kg do produto Inicial – Vitamina A 931.000 UI; Vitamina D3: 189.000 UI; Vitamina E: 1.500 mg; Vitamina K3: 156 mg; Vitamina B1: 150 mg; Vitamina B2: 500 mg; Vitamina B6: 310 mg; Vitamina B12: 1.200 mg; Pantotenato de cálcio: 1.250 mg; Niacina: 3.000 mg; Ácido Fólico: 75 mg; Biotina: 4 mg; Colina: 45 g; Zinco: 5 g; Ferro: 5 g; Manganês: 6.05 g; Cobre: 600 mg; Iodo: 77.5 mg; Se: 25.7 mg; Bacitracina de zinco: 2.200 mg; Butil Hidroxi Tolueno (BHT): 1.500 mg; Veículo Q.S.P. (Caulim) 1.000 g/Kg. ³Inerte – caulim

⁴Levedura enriquecida com selênio (mínimo 1000 mg/kg) e levedura seca de cervejaria.

⁵Levedura enriquecida com selênio (mínimo 1500 mg/kg), Levedura inativada, Ácido ascórbico (mínimo 49 g/kg), Farinha da alga *Schizochytrium* sp., Produto de fermentação de *Aspergillus niger* (NCIMB 30289), Produto de fermentação de *Trichoderma longibrachiatum* (NCIMB 30245), Cloreto de sódio (sal comum)

⁶na dieta basal foi dosado (0,29 mg/kg) pelo método de absorção atômica a quantidade de selênio presente nesta dieta pelo CBO análises laboratoriais.

TABELA 2. Desempenho produtivo e qualidade de ovos de matrizes de codornas japonesas (5 fêmeas e 2 machos) suplementadas com selênio levedura e vitamina C com idade de 16 a 25 semanas.

Variáveis	Basal	0,3Sell	0,6Sell	0,2Eco	0,4Eco	Média	CV (%)	EPM	P-valor
<i>Desempenho produtivo</i>									
CR (g/ave/dia)	23,30	23,29	23,30	23,59	23,31	23,36	1,86	0,056	0,36
CA (g/g)	2,40	2,33	2,34	2,44	2,33	2,36	8,40	0,025	0,37
CA (g/dz)	462,9	476,6	472,06	457,99	478,28	469,58	5,68	3,481	0,27
MO (g)	9,77	10,06	9,96	9,78	10,16	9,95	6,54	0,083	0,49
TP (%)	91,28	94,01	93,05	93,39	93,39	93,07	2,59	0,324	0,06
Dúzia/ave	1,57	1,61	1,61	1,56	1,63	1,60	5,49	0,011	0,37
Viab (%)	100,00	99,38	100,00	99,81	99,94	99,83	0,911	0,117	0,43
<i>Qualidade de ovos</i>									
Peso ovo (g)	10,88	10,85	10,87	10,96	10,94	10,90	2,78	0,038	0,87
Casca (%)	8,09	7,92	8,04	8,02	8,09	8,03	2,65	0,027	0,29
Gema (%)	30,38	29,70	30,27	30,15	29,70	30,07	3,14	0,122	0,38
Albúmen (%)	61,42	62,49	61,82	61,64	61,98	61,87	1,77	0,144	0,18
EC (mm)	0,21	0,25	0,21	0,23	0,20	0,21	2,79	0,000	0,12
UH	87,35	86,99	86,98	87,00	86,71	87,01	1,19	0,132	0,68

IG	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	3,97	0,002	0,94
GE (g/L)	1,069	1,069	1,068	1,066	1,069	1,069	0,15	0,221	0,31

¹Basal: 0,25mg/kg de selenito de sódio; ²0,3 Sell: (basal+0,3 mg/kg de levedura enriquecida com selênio) ³0,6 Sell: (basal+0,6 mg/kg de levedura enriquecida com selênio); ⁴0,2 Eco: (basal + 0,3 mg/kg de levedura enriquecida com selênio + 6,37 mg/kg de vitamina C); ⁵0,4 Eco: (basal + 0,6 mg/kg de levedura enriquecida com selênio + 13,08 mg/kg de vitamina C); CV(%) = coeficiente de variação; EPM (erro padrão da média); P-valor (); CR (g/ave/dia) = consumo de ração; CA (g/g) = conversão alimentar por massa de ovos; CA (kg/dz) = conversão alimentar por dúzia de ovos; MO (g/ave/dia) = massa de ovos; TP (%)= porcentagem de postura; Viab: viabilidade; EC: Espessura da casca; UH: Unidade Haugh; IG: Índice gema; GE: Gravidade específica;

TABELA 3. Desempenho produtivo (média+desvio padrão) da progênie de matrizes de codornas japonesas suplementadas com selênio levedura e Vitamina C com idade de 1 a 35 dias.

Variáveis	Basal	Sellplex 0,3	Sellplex 0,6	Economase 0,2	Economase 0,4	Média	EPM
<i>Inicial, 1 a 14 d</i>							
Peso vivo, 1d, g	7,60±0,06	7,54±0,04	7,54±0,04	7,56±0,04	7,54±0,04	7,55	0,010
Peso vivo, 14 d, g	51,10±0,79 ^{ab}	48,59±1,48 ^{ab}	48,75±2,36 ^b	51,28±1,12 ^a	50,28±1,44 ^{ab}	50,02	0,370
Consumo de ração, g	122,62±7,50	124,93±2,50	124,73±8,38	122,56±4,33	127,52±4,55	124,47	1,239
Ganho de peso, g	43,50±0,82 ^{ab}	41,04±1,48 ^{ab}	40,21±2,39 ^b	43,72±1,15 ^a	42,52±1,44 ^{ab}	42,20	0,440
CA, g/g	2,81±0,15	3,04±0,16	3,10±0,18	2,80±0,13	3,00±0,09	2,95	0,042
<i>Crescimento, 15 a 35 d</i>							
Peso vivo, 35 d, g	127,45±4,45	117,70±2,69	124,41±6,07	128,23±2,47	128,36±4,51	125,23	1,252
Consumo de ração, g	306,22±4,62	318,95±7,13	315,33±9,80	321,40±6,62	319,89±9,77	316,36	1,998
Ganho de peso, g	76,34±4,68	69,11±3,85	76,65±5,05	76,94±2,12	78,30±5,06	75,47	1,134

CA, g/g	4,02±0,22	4,63±0,37	4,13±0,39	4,17±0,12	4,09±0,27	4,21	0,076
<i>Total 1 a 35 d</i>							
Consumo de ração, g	428,84±9,35	443,89±7,14	440,07±10,32	443,97±5,64	447,42±14,01	440,83	2,432
Ganho de peso, g	119,85±4,42	110,15±2,66	116,87±6,08	120,67±2,46	120,82±4,54	117,67	1,251
CA, g/g	3,58±0,08	4,03±0,16	3,77±0,24	3,68±0,04	3,70±0,12	3,75	0,046
Viabilidade	96,00±3,26	96,00±3,26	96,00±5,65	97,00±3,82	96,00±4,61	96,20	0,844

*Letras minúsculas indicam que as médias são diferentes no teste Tukey ao nível de 5 % de significância.

TABELA 4. Variáveis sanguíneas séricas de fêmeas e machos de codornas japonesas (n=10) suplementadas com selênio levedura e vitamina C.

	Basal	0,3 Sell	0,6 Sell	0,2 Eco	0,4 Eco	Média	EPM	P-valor
<i>Fêmeas</i>								
Colesterol (mg/dL)	184,24± 9,88 ^a	151,83±9,69 ^b	138,21±13,29 ^b	139,43±23,72 ^b	140,95±12,30 ^b	150,93	3,180	<0,0001
Triglicerídeos (mg/dL)	859,22±132,28 ^a	617,68±56,52 ^b	554,79±23,10 ^b	575,48±20,48 ^b	597,75±28,71 ^b	640,98	18,292	<0,0001
<i>Machos</i>								
Colesterol (mg/dL)	278,55±15,40 ^a	228,89±6,53 ^b	205,69±8,24 ^c	212,95±11,69 ^{bc}	214,96±20,99 ^{bc}	228,20	5,395	<0,0001
Triglicerídeos (mg/dL)	226,17±31,85 ^a	175,45±6,28 ^b	173,74±3,90 ^b	173,73±6,29 ^b	178,65±21,73 ^b	185,55	4,840	<0,0001

¹Basal: 0,25mg/kg de selenito de sódio; ²0,3 Sell: (basal+0,3 mg/kg de levedura enriquecida com selênio) ³0,6 Sell: (basal+0,6 mg/kg de levedura enriquecida com selênio); ⁴0,2 Eco: (basal + 0,3 mg/kg de levedura enriquecida com selênio + 6,37 mg/kg de vitamina C); ⁵0,4 Eco: (basal + 0,6 mg/kg de levedura enriquecida com selênio + 13,08 mg/kg de vitamina C); EPM= erro padrão da média.

*Letras minúsculas indicam que as médias são diferentes no teste Tukey ao nível de 5 % de significância

TABELA 5. Perfil antioxidante mensurada pela inibição do radical DPPH (%) no fígado, gema e no soro liofilizada de matrizes e reprodutores de codornas japonesas alimentadas com selênio levedura e vitamina C (n=4).

%DPPH	Basal	0,3 Sell	0,6 Sell	0,2 Eco	0,4 Eco	Média	EPM	P-valor
Soro Macho	23,17±2,95	28,31±4,62	28,44±1,74	28,69±3,36	28,03±1,54	27,33	0,774	0,1033
Soro Fêmea	32,23±3,47 ^b	47,74±1,91 ^a	48,15±1,48 ^a	48,56±1,58 ^a	47,96±1,30 ^a	45,64	1,517	<0,0001
Fígado Fêmea	32,76±4,77 ^b	46,87±1,17 ^a	47,34±1,57 ^a	47,43±3,44 ^a	46,84±2,13 ^a	44,24	1,442	<0,0001
Gema	15,58±4,80 ^b	29,72±4,56 ^a	30,13±4,45 ^a	30,72±5,15 ^a	30,53±4,74 ^a	27,34	1,647	<0,0014

¹Basal: 0,25mg/kg de selenito de sódio; ²0,3 Sell: (basal+0,3 mg/kg de levedura enriquecida com selênio) ³0,6 Sell: (basal+0,6 mg/kg de levedura enriquecida com selênio); ⁴0,2 Eco: (basal + 0,3 mg/kg de levedura enriquecida com selênio + 6,37 mg/kg de vitamina C); ⁵0,4 Eco: (basal + 0,6 mg/kg de levedura enriquecida com selênio + 13,08 mg/kg de vitamina C); EPM= erro padrão da média.

*Letras minúsculas indicam que as médias são diferentes no teste Tukey ao nível de 5 % de significância.

TABELA 6. Peroxidação lipídica (%) no fígado, gema e no soro liofilizada de matrizes e reprodutores de codornas japonesas alimentadas com selênio levedura e vitamina C (n=4).

MDA	Basal	0,3 Sell	0,6 Sell	0,2 Eco	0,4 Eco	Média	EPM	P-valor
Soro Macho	1,89±0,21 ^a	1,18±0,13 ^b	0,85±0,09 ^c	0,80±0,09 ^c	0,99±0,08 ^{bc}	1,14	0,094	<0,0001
Soro Fêmea	1,22±0,21 ^a	0,84±0,12 ^{bc}	0,73±0,08 ^{bc}	0,59±0,07 ^c	1,06±0,19 ^{ab}	0,89	0,059	<0,0002
Fígado Fêmea	2,72±0,12 ^a	2,00±0,10 ^b	1,43±0,11 ^c	0,94±0,20 ^d	1,79±0,14 ^b	1,78	0,138	<0,0001
Gema	1,74±0,24 ^a	1,01±0,11 ^{bc}	0,89±0,14 ^{bc}	0,77±0,09 ^c	1,24±0,17 ^b	1,13	0,085	<0,0001

¹Basal: 0,25mg/kg de selenito de sódio; ²0,3 Sell: (basal+0,3 mg/kg de levedura enriquecida com selênio) ³0,6 Sell: (basal+0,6 mg/kg de levedura enriquecida com selênio); ⁴0,2 Eco: (basal + 0,3 mg/kg de levedura enriquecida com selênio + 6,37 mg/kg de vitamina C); ⁵0,4 Eco: (basal + 0,6 mg/kg de levedura enriquecida com selênio + 13,08 mg/kg de vitamina C); EPM= erro padrão da média.

*Letras minúsculas indicam que as médias são diferentes no teste Tukey ao nível de 5 % de significância.

IV – SELÊNIO LEVEDURA E VITAMINA C SOBRE O DESEMPENHO REPRODUTIVO E DE INCUBAÇÃO E O PERFIL OXIDATIVO DA PROGÊNIE DE REPRODUTORES DE CODORNAS JAPONESAS

DESTAQUES:

- Avaliou a suplementação com selênio levedura e vitamina C na reprodução de codornas;
- As dietas suplementadas aumentam a quantidade de espermatozoides;
- As dietas suplementadas aumentam a capacidade antioxidante de embriões e pintainhos;
- As dietas suplementadas reduzem peroxidação lipídica de embriões e pintainhos.

Resumo: Objetivou-se analisar os efeitos do selênio levedura (SeLev) e da vitamina C (vitC) sobre o desempenho reprodutivo e de incubação das matrizes e o perfil oxidativo dos embriões e pintainhos de codornas japonesas. Para o desempenho de incubação e perfil oxidativo, aves com 16 semanas de idade foram distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso com 5 tratamentos, 12 repetições e 7 aves (2 machos e 5 fêmeas). Os tratamentos consistiram em: ração basal: 0,25mg Se inorgânico; 0,3Sell: ração basal+0,3 mg SeLev; 0,6Sell) ração basal+0,6 mg SeLev; 0,2Eco: ração basal+0,3 mg SeLev + 6,37 mg vitC; e 0,4Eco: ração basal+0,6 mg SeLev+13,08 mg vitC). No desempenho de incubação, não houve efeito das dietas sobre a eclodibilidade, a fertilidade, a mortalidade total e escore de Pasgar. Os pintinhos oriundos de matrizes suplementadas com SeLev apresentaram maiores valores de DPPH no vitelo, músculo do peito e fígado, sem diferença entre elas, demonstrando melhor capacidade antioxidante com o uso de SeLev nas dietas. O armazenamento dos ovos por até 8 dias aumentou a peroxidação lipídica do saco vitelínico, músculo do peito e fígado em embriões e pintinhos, enquanto a suplementação com SeLev nas matrizes, reduziu os valores de MDA, principalmente nos tratamentos associados com vitC. Houve interação em todas as interações com armazenamento e dieta exceto para músculo de 1 a 7 dias. Para determinar o número de pontos de hidrólise na membrana perivitelina (PHMP) sobre a área do disco germinativo foram utilizados 10 casais/tratamento. As dietas suplementadas e os dias após a cópula tiveram efeito sobre a variável. Quando apenas as fêmeas receberam as dietas experimentais, a quantidade de espermatozoides que chegaram ao oócito e fizeram PHMP foi maior, com 300 buracos nos tratamentos 0,6 Sell e 0,4 Eco. Os resultados de PHM indicam que a melhor 0,6 Sell, já para capacidade antioxidante e peroxidação lipídica todas as dietas demonstram resultados superiores ao comparado com a basal, sendo indicado a dieta 0,3 Sell.

Palavras-chave: ácido ascórbico, espermatozoides, malonaldeído, membrana perivitelínica, mineral orgânico.

Artigo 2 (Revista Animal Reproduction Science)

Abstract: The objective was to analyze the effects of selenium yeast (SeLev) and vitamin C (vitC) on reproductive and incubation performance in the dams and oxidative profile of embryos and chicks of Japanese quails. At 16 weeks of age, they were distributed in an entirely randomized design with 5 treatments and 12 repetitions (2 males and 5 females). The treatments consisted of: basal feed: 0.25mg Se inorganic; 0.3Sell: basal feed+0.3 mg SeLev; 0.6Sell) basal feed+0.6 mg SeLev; 0.2Eco: basal feed+0.3 mg SeLev + 6.37 mg vitC; and 0.4Eco: basal feed+0.6 mg SeLev+13.08 mg vitC). In hatching performance, there was no effect of diets on hatchability, fertility, total mortality and Pasgar score. Chicks from breeder breeds supplemented with SeLev showed higher %DPPH values in calf, breast muscle and liver, with no difference between them, demonstrating a better antioxidant capacity with the use of SeLev in the diets. Egg storage for up to 8 days increased lipid peroxidation of the yolk sac, breast muscle and liver in embryos and chicks, while supplementation with SeLev in the breeder, reduced MDA values, especially in treatments associated with vitC. To determine the number of hydrolysis points in the perivitelline membrane (PHMP) on the germ disc area, 10 pairs/treatment were used. The supplemented diets and days after copulation had an effect on the variable. When only females received the experimental diets, the amount of spermatozoa that reached the oocyte and made PHMP was higher, with higher values in the 0.6 Sell and 0.4 Echo treatments. The results of fertility and antioxidant capacity and lipid peroxidation demonstrate that the use of supplements with SeLev in Japanese quail breeders is indicated.

Keywords: Antioxidants; defense; production; reproduction.

1. Introdução

O uso de substâncias antioxidantes na alimentação das aves reprodutoras, como o selênio (Se) e a vitamina C (vit C), tem o objetivo de melhorar e estabilizar radicais livres, resultantes do metabolismo em geral. O Se é um micronutriente essencial para o crescimento e manutenção das aves, com funções como: regulação da atividade da glutathione peroxidase, dos hormônios da tireoide e prostaglandinas e suportar funções reprodutivas. Esse micromineral afeta os mecanismos de defesa antioxidante do corpo enzimáticos e não enzimáticos (Surai et al. 2019). O Se é encontrado nas formas orgânica (levedura enriquecidas) e inorgânica (seleneto de hidrogênio, selenito e selenato) (Burk, 2003), sendo as formas orgânicas mais efetivas na modulação do sistema antioxidante em aves (Surai et al. 2019).

A vitamina C como a atividade antioxidante consiste na redução e captura de radicais livres, a fim de proteger as células contra danos causados pelo processo de oxidação. Isso acontece, pois, a vitamina C reage com radicais livres deixando-os neutralizados deixando as espécies reativas de oxigênio menos danosas no organismo animal (Navarra, 2004; Combs e Mcclung, 2017). A vitamina C doa elétrons impedindo que outros compostos sejam oxidados. No ato de doação estes são perdidos sequencialmente, após essas perdas se forma um radical livre, e esse radical livre pode interagir com o ascorbato. Já a vitamina C, diz respeito aos compostos que exibem atividade de L-ácido ascórbico. A vit C é um antioxidante hidrossolúvel com alto poder redutor, que remove os radicais superóxido, hidroxila e oxigênio antes que atinjam os

lipídeos celulares e iniciem a peroxidação (Araújo et al. 2010). Embora as aves apresentem síntese renal de vit C, essa síntese pode não ser suficiente para atender as necessidades das aves quando expostas ao estresse excessivo (Silva e Costa, 2009).

Em machos, a infertilidade tem sido associada a capacidade fertilizante dos espermatozoides bem como a diminuição da viabilidade dos mesmos, que podem ser provocadas pela produção em excesso de espécies reativas de oxigênio (ERO), que permite o aumento da capacidade antioxidante celular e levando ao estresse oxidativo, resultando em desequilíbrio entre a produção de radicais livres e o grau de proteção dos mecanismos antioxidantes (Hsu et al. 1998). No entanto, o próprio espermatozoide é protegido do ataque oxidativo, por meio de moléculas antioxidantes como o Se e vit C. (Donnely et al. 1999).

Apesar de vários trabalhos descritos com substâncias antioxidantes em aves, em codornas reprodutoras, poucos resultados são encontrados. Este estudo foi conduzido sob a hipótese de que a suplementação isolada de selênio levedura ou em associação com a vitamina C pode melhorar os resultados relacionados a reprodução, incubação e atuar na estabilização dos radicais livres, por meio da atividade antioxidante, reduzindo a peroxidação lipídica em embriões e pintainhos. Desta forma, objetivou-se avaliar os efeitos do selênio levedura e vitamina C sob o desempenho reprodutivo, a incubação e o estado oxidativo dos pintainhos durante a fase embrionária e a primeira semana de vida.

2. Material e Métodos

O experimento possui aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual de Maringá (UEM) número 8841300920. O experimento foi

desenvolvido no setor de avicultura da Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá – UEM/Maringá, Paraná.

Grupos de reprodutores de codornas japonesas com 14 semanas em pico de produção, foram selecionados por peso e produção de ovos. As aves foram alojadas em galpão de postura e acondicionadas em gaiolas metálicas de ferro galvanizado (25 x 39 cm). Os bebedouros utilizados foram do tipo *nipple* e comedouros do tipo calha. As dietas foram formuladas baseadas em milho e farelo de soja, de acordo com a composição dos ingredientes e exigências nutricionais para codornas em fase de postura.

Dietas experimentais

Para o experimento que envolveu o desempenho reprodutivo, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso com 5 tratamentos e 10 repetições (casais). Os tratamentos consistiram em 1) ração basal com 0,25mg/kg de selênio inorgânico na forma de selenito de sódio (SS), 2) ração basal+0,3 mg/kg de levedura enriquecida com selênio (0,3 Sell), 3) ração basal+0,6 mg/kg de levedura enriquecida com selênio (0,6 Sell), 4) ração basal+0,3 mg/kg de levedura enriquecida com selênio + 6,37 mg/kg de Vitamina C (0,2 Eco) e 5) ração basal+0,6 mg/kg de levedura enriquecida com selênio + 13,08 mg/kg de Vitamina C (0,4 Eco).

2.1 Avaliação da interação espermatozoide - ovo

Em um segundo lote de reprodutores foram utilizados os mesmos tratamentos visando identificar os efeitos nas fêmeas e machos. Para o desempenho reprodutivo foi utilizado a análise de interação espermatozoide-ovo foi analisada mediante a contagem de pontos de hidrólise na membrana perivitelina do ovo (PHMP). Foram utilizados 20 casais por tratamento para as análises de interações espermatozoide-ovo feita pelo

espermatozoide sobre o disco germinativo. A ração experimental foi a mesma sendo fornecida por 15 dias de adaptação. Foi separado em 3 ciclos, em que no primeiro ciclo as fêmeas receberam as dietas suplementadas e os machos as dietas basais, no segundo ciclo, os machos receberam dietas suplementadas enquanto as fêmeas as dietas basais, e por fim no terceiro ciclo as fêmeas e machos receberam as dietas suplementadas.

Em todos os casais de cada etapa, as fêmeas ficaram isoladas dos machos, pelo menos 15 dias, para que não houvesse espermatozoides vivos no oviduto. Após, os machos foram colocados nas gaiolas com suas respectivas fêmeas por 24 horas para acasalamento. A partir deste período, as fêmeas foram isoladas novamente e os ovos foram colhidos por 12 dias consecutivos e armazenados a 4°C para análise da interação espermatozoide-ovo. Cada ovo foi considerado uma unidade experimental.

Para as análises, a membrana perivitelínica sobre o disco germinativo foi isolada, lavada em solução de NaCl 1%, disposta em lâmina histológica, fixada em formol 10% e corada com PAS (ácido periódico de Schiff). As lâminas foram então lavadas e secas a temperatura ambiente e analisadas em microscópio ótico de luz. Todos os pontos de hidrólises causados pelos espermatozoides (buracos) foram contados em uma área de 15,62 mm² na objetiva de 4x em cada membrana (ovo/dia após a cópula/fêmea).

Desta forma, um anel de papel filtro foi colocado sobre a membrana perivitelínica que esteve sobre o disco germinativo e a membrana aderida ao papel foi cortada, lavada em solução de NaCl 1% para remoção do vitelo. Estes fragmentos foram acondicionados sobre uma lâmina histológica e foram fixados com solução de formol 10% e coradas com corante de PAS (ácido periódico de Schiff).

O número de buracos de hidrólise causados pelos espermatozoides foi contado em toda a área sobre o disco germinativo. Os dados foram representados como número

total de buracos por área.

2.2 Análise de desempenho de incubação e qualidade do pintinho

Na análise de desempenho de incubação e qualidade de pintinho foram coletados por 5 dias, os ovos de cada unidade experimental (5 dias × 5 fêmeas = ovos/tratamento) e armazenados em sala refrigerada (20°C), e incubados em cada ciclo produtivo. Estes foram incubados em incubadora automática a 60% de umidade e 37,4° com viragem automática. Decorridas 348 horas de incubação, os ovos foram transferidos para a câmara de eclosão com temperatura de 37,0°C, umidade de 70%.

A eclodibilidade total foi calculada pela fórmula a seguir. Ao final da eclosão os ovos foram quebrados para determinação da taxa de fertilidade, a fase da mortalidade embrionária (inicial, intermediária e tardia) e a eclodibilidade em relação aos ovos férteis.

Para realização dos cálculos seguem as fórmulas que foram utilizadas:

$$\text{Eclodibilidade}_{\text{nos ovos férteis}} (\%) = (\text{pintinhos eclodidos } (n) / \text{ovos férteis } (n)) \times 100;$$

$$\text{Fertilidade } (\%) = (\text{ovos férteis } (n) / \text{ovos totais } (n)) \times 100;$$

$$\text{Mortalidade}_{\text{total}} (\%) = (\text{pintinhos não eclodidos}_{\text{total}} (n) / \text{ovos férteis } (n)) \times 100;$$

$$\text{Mortalidade}_{\text{inicial}} (\%) = (\text{total de pintinhos não eclodidos}_{\text{inicial}} (n) / \text{ovos férteis } (n)) \times 100.$$

$$\text{Mortalidade}_{\text{tardia}} (\%) = (\text{total de pintinhos não eclodidos}_{\text{tardia}} (n) / \text{ovos férteis } (n)) \times 100.$$

Para análise de qualidade de pintinho das aves nascidas de cada unidade experimental 50 pintinhos/tratamento foram classificados de acordo com o escore de Pasgar[®] que confere uma nota de 1 a 10, que leva em consideração a qualidade de cicatrização umbilical, pés e bico e cada irregularidade observada desconta um ponto. Foram considerados pintos de primeira qualidade, os que apresentarem umbigo

cicatrizado, ausência de problemas locomotores e plumagem seca.

2.3 Análises antioxidantes

Saco vitelínico, músculo e fígado da progênie

Para realização das análises antioxidantes, foram utilizados outros 600 ovos sendo que 300 destes foram armazenados por 8 dias em sala refrigerada ($\pm 19^{\circ}\text{C}$). Os ovos armazenados por 8 dias e os 300 ovos do dia (frescos) foram incubados em incubadora automática a 60% de umidade e $37,4^{\circ}\text{C}$, com viragem automática. Decorridas 348 horas de incubação, os ovos foram transferidos para a câmara de eclosão com temperatura de $37,0^{\circ}\text{C}$, umidade de 70% por mais 56 horas. Um adicional de ovos foi incubado em função das eventuais perdas na coleta ou de ovos brancos e que não desenvolvem. Destes ovos e embriões foram colhidas amostras de gema, vitelo, fígado e músculo do peito nos períodos: 0 dias (antes da incubação), durante a incubação nos dias 15^o e na eclosão (1^o dia) e em pintinhos com 7 dias pós-eclosão.

Em cada período pretendido foram utilizados 20 ovos/dieta experimental/período de armazenamento para a obtenção de 4 pools/dieta experimental de amostras de vitelo, músculo do peito e fígado. Para cada amostra foram produzidos 4 pools obtidos de 4 embrião/pintinho. Para a coleta de conteúdo vitelínico, as amostras de quatro ovos foram homogeneizadas para obtenção de 1 pool que foi aliquoteado rapidamente em tubo de 2 ml identificados e congelados em nitrogênio líquido e armazenados em freezer – 80°C até a liofilização. As amostras foram armazenadas devidamente identificados de acordo com a dieta experimental e armazenamento, congeladas em nitrogênio líquido e armazenados em freezer – 80°C até a realização das análises.

Os embriões foram sacrificados por deslocamento cervical e os pintinhos foram anestesiados com anestésico inalatório (Isoflurano 3%), após inconsciência e perda de reflexos estes foram sacrificados por deslocamento cervical. De 1 a 7 dias os pintinhos foram criados nas mesmas condições que as aves para análise de desempenho da progênie.

2.4 Atividade antioxidante e peroxidação lipídica

A capacidade redutora de radicais livres do 2,2-Diphenyl-1-picryl-hidrazil (DPPH) foi determinada pelo método de DPPH (Sigma-Aldrich D9132), adaptado de Brand-Williams et al. (1995). Para determinar a capacidade redutora de radicais dos extratos do conteúdo vitelínico, tecidos hepático e muscular foi determinada a absorbância de 1,85 mL da solução de DPPH (0,06mM/L) pipetado em microcubeta, após dois minutos de incubação à temperatura ambiente (20°C), com o uso de espectrofotômetro (Biospectro, modelo SP-22, China, Ninbo Province) com leitura em 515 nm. Posteriormente, 150 µL do extrato foi adicionado em tubo falcon envolto em papel alumínio, e homogeneizado em vórtex, por 10 segundos. Após 30 minutos, foi mensurada a absorbância em 515 nm, representando a decomposição do DPPH neste tempo.

A determinação da peroxidação lipídica foi pelo método de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) que mensura a produção de malonaldeído (MDA), de acordo com metodologia adaptada de VITAL et al. (2016). Para isso, 300 mg de amostras foram misturadas em solução de TCA - Ácido Tricloroacético (15% TCA, 0,1% ácido etilenodiamino tetra-acético e 0,1% ácido gálico) (1:10, m/v) e centrifugadas a 4°C por 15 min a 3.000 rpm (MPW Med. Instruments, MPW-351R, Varsóvia, PL) e

então o sobrenadante foi coletado. Em tubo protegido da luz, foi adicionado solução de ácido tiobarbitúrico (TBA) (1% TBA, 562,5 μ M HCl e 15% TCA, em água destilada) e extrato (1:1, v/v), seguido de banho fervente (Marconi, MA-184, Piracicaba, BR) durante 15 min a 100°C. Após banho fervente, as amostras foram resfriadas e realizou-se leitura em espectrofotômetro (Thermo Scientific™, Evolution™ 300 UV-VIS, Waltham, USA) a 532 nm de comprimento de onda. TBARS foi expresso em μ g de MDA/g de tecido calculado usando curva padrão de 1,1,3,3-tetrametoxipropano (TMP) 1mM como padrão.

2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise estatística utilizando o programa Statistical Analysis System (SAS®). Os dados de desempenho foram analisados para determinar a probabilidade de fertilidade ou infertilidade, eclodibilidade ou mortalidade total e mortalidade inicial ou tardia foram analisadas em procedimentos GENMOD do SAS, com distribuição binomial e função de ligação LOGIT e a unidade experimental considerada foram as gaiolas (n=12). O efeito dos tratamentos e do dia após a cópula e sua interação foram analisados sobre o número total de buracos de hidrólise na membrana perivitelínica por distribuição de Poisson e função Log, e o número de PHMP em função do dia após a cópula foi analisado com distribuição Gamma e função de ligação inversa, sendo $\text{Gamma}=1/\beta$. Em todas análises foi considerado efeito significativo com nível de 5%.

3. Resultados

3.1 Interação espermatozoide:ovo

Para as fêmeas que receberam as dietas experimentais foi observado efeito da

interação entre estes sobre o número total de PHMP dos ovos de reprodutores de codornas japonesas, as equações são encontradas na tabela 1. Observou-se que, as curvas de número de buracos nas dietas com maior concentração de Se levedura com ou sem vit C obtiveram as maiores quantidades de PHMP ao longo do tempo. No primeiro dia após a cópula, foi observado o maior número de PHMP e este número reduziu ao longo dos dias. Em todas as dietas com levedura enriquecida por Se as curvas de redução de PHMP foram superiores a dieta basal. No primeiro ovo, após o período de cópula, a maior quantidade de PHMP foi observada no tratamento 0,6 Sell chegando a ultrapassar 300 buracos na área analisada em fêmeas, superior ao tratamento controle, por exemplo, com menos de 130 buracos (Figura 1).

Quando apenas os machos receberam as dietas experimentais e as fêmeas a dieta basal, foi observado efeito da interação entre estes sobre o número total de PHMP dos ovos de reprodutores de codornas japonesas. Também foi observado que, as curvas de número de PHMP nas dietas com 0,3 Sell e 0,6 Sell obtiveram as maiores quantidades de buracos ao longo do tempo. No primeiro dia após a cópula, foi observado o maior número de PHMP e este número reduziu ao longo dos dias. De todas as dietas que foram suplementadas com Se levedura a curva de redução de buracos foi superior ao do tratamento basal. No primeiro ovo após o período de cópula, a maior quantidade de buracos foi observada na dieta 0,6 Sell, chegando a ultrapassar 180 buracos na área analisada, muito superior a dieta basal, por exemplo, com menos de 60 buracos em machos (Figura 1).

Na situação em que as fêmeas e os machos receberam as dietas experimentais, foi observado efeito da interação entre os números total de PHMP. As curvas de número de PHMP nas dietas com maior concentração de Se levedura, com ou sem a vit C, obtiveram

as maiores quantidades de PHMP ao longo do tempo. No primeiro dia após a cópula, foi observado o maior número de PHMP e este número reduziu ao longos dos dias. Dentre as dietas que as aves foram submetidas a 0,6 Sell foi superior a dieta basal. No primeiro ovo após o período de cópula, a maior quantidade de PHMP dessa dieta ultrapassou 240 buracos na área analisada, superior a dieta basal, por exemplo, com menos de 140 buracos de machos e fêmeas (Figura 2).

3.2 Análise de desempenho de incubação e qualidade do pintinho

No desempenho de incubação foram analisadas as variáveis: eclodibilidade, fertilidade e mortalidade embrionária (tabela 3). Não foi observado efeito significativo das dietas ($P < 0,05$) sobre a fertilidade, infertilidade, mortalidade e escore de Pasgar[®] dos pintainhos eclodidos. Em contrapartida, foi observado efeito das dietas ($P < 0,05$) sobre o peso e o comprimento do pintainho (tabela 4). A suplementação das dietas das fêmeas com Se levedura aumentou o comprimento dos pintainhos. Já em relação ao peso vivo foi observado que entre as dietas suplementadas apenas a 0,6 Sell apresentou pesos inferiores em relação as demais suplementações.

3.3 Atividade antioxidante e peroxidação lipídica

A capacidade antioxidante foi avaliada pela porcentagem de inibição do radical DPPH nos tecidos de progênie de codornas japonesa como: saco vitelínico, fígado e músculo, em embriões de 15 dias de incubação e pintainhos de 1 e 7 dias de vida. Não houve efeito das dietas sobre o armazenamento dos ovos antes da incubação e nem interação para a capacidade antioxidante. Houve efeito das dietas ($P < 0,05$) na capacidade de inibição do radical nos tecidos avaliados, sem diferença entre os tratamentos com

suplementações (Tabela. 5). As médias das dietas basais apresentaram valores inferiores as dietas suplementadas com Se e vit C.

A peroxidação lipídica foi avaliada pela quantificação de produção de malonaldeído (MDA) no músculo, saco vitelínico e fígado de embriões e pintainhos. Observou-se interação entre as dietas experimentais e o armazenamento dos ovos, exceto para o músculo de pintinhos de 1 e 7 dias de idade. Os embriões e pintainhos que tiveram seus ovos armazenados apresentaram maiores valores de MDA nos tecidos em comparação aos não armazenados. As maiores concentrações de MDA foram encontradas nas dietas basais independente do tecido analisado (Tabela 6). No músculo, fígado e saco vitelínico as menores médias foram observadas nas dietas suplementadas com 0,6 Sell e 0,2 Eco, exceto para o músculo de pintainho de um dia em que a menor concentração foi obtida com a dieta 0,4 Eco.

Ao desdobrar a interação foi possível observar que os ovos que passaram pelo armazenamento (8 dias), apresentaram médias piores aos que não passaram pelo armazenamento. As dietas suplementadas, principalmente a 0,2 Eco foi a melhor para os tecidos avaliados, tanto o músculo, fígado e saco vitelínico.

4. Discussão

4.1 Interação espermatóide:ovo

Nas fêmeas os resultados demonstraram que as codornas que foram submetidas a dieta experimental com 0,6 Sell obtiveram mais espermatozoides em seu oviduto ao ser comparadas com as outras dietas experimentais. O uso de Se levedura para reprodutores permitiu que os espermatozoides sobrevivessem dentro do oviduto das fêmeas e maior número destes atingiram o infundíbulo no momento da fecundação. Isso se tornou possível devido ao Se possuir efeito de melhorar a fertilidade em codornas japonesas. (Athar et al. 2008) descreveram esse efeito quando compararam fontes orgânicas e

inorgânicas de Se. Os resultados superiores no número de PMHP encontrados na membrana de ovos de fêmeas que receberam mais Se levedura e vit C na dieta, sugerem que nessas codornas o sistema antioxidante na mucosa da vagina, provavelmente, protegeu os espermatozoides, causando maior sobrevivência nas glândulas armazenadoras. As enzimas da família da glutathione peroxidase (GPx) participam da primeira linha de defesa no sistema antioxidante celular, responsáveis pela detoxificação dos radicais livres na mitocôndria (Surai et al. 2017). No sistema genital, a GPx é encontrada nas glândulas armazenadoras de espermatozoides que se encontram na mucosa da junção útero-vagina e as aves produzem um complexo sistema de defesa contra a peroxidação da membrana dos espermatozoides (Breque et al. 2006).

Os resultados do presente estudo demonstram que quando os machos foram submetidos as dietas experimentais 0,3 Sell e 0,6 Sell, os ovos das fêmeas obtiveram menos espermatozoides em seu oviduto, ao ser comparadas com as demais dietas. Os ovos analisados que foram fertilizados por esses machos apresentaram menor quantidade de espermatozoide.

Em codornas, a idade é descrita como fator determinante para a fertilidade dos reprodutores (Santos et al. 2013). A causa aparente que demonstra declínio de fecundidade pode ser o avanço da idade dos animais. Eles ao trabalharem com codornas mais velhas puderam perceber que esses animais possuem problemas na capacidade de armazenamento de esperma em seu trato reprodutivo ou diminuição na capacidade de transportar o esperma para o local de fertilização. No presente trabalho isso não foi problema, tendo em vista que os animais utilizados estavam com idade de 16 semanas de vida.

4.2 Análise de desempenho de incubação e qualidade do pintinho

Os resultados revelaram que as fontes de Se e Vit C não tiveram efeito significativo sobre o desempenho de incubação.

Os resultados deste trabalho, condizem com o de (Urso et al. 2015) que avaliaram diferentes fontes de Se e observaram que não houve efeito ($P < 0,05$), nas fontes de Se sobre a fertilidade em matrizes poedeiras de 22 a 53 semanas de idade. Além disso, outros estudos têm mostrado que a suplementação de dietas com diferentes fontes de Se não apresentou efeito ($P < 0,05$) sobre a fertilidade de galinhas reprodutoras com 48 semanas de idade (Yuan et al. 2011).

Da mesma forma, para os resultados relacionados a mortalidade embrionária total não foram encontrados efeitos significativos, conciliando com (Attia et al. 2010) que também não encontraram efeito ($P < 0,05$), sobre as diferentes fontes de selênio nas dietas em matrizes pesadas.

Presumivelmente, as razões para a ausência da resposta do Se no desempenho de incubação neste trabalho podem estar associadas ao status redox das aves ao longo do período experimental, com efeitos residuais da nutrição materna. Uma vez que o próprio Se é necessário como cofator de enzimas envolvidas na eliminação dos ROS, e, por isso, quanto maior a exposição das aves a fatores estressores, maior a necessidade de Se para o metabolismo e maior será a produção de defesas.

Os fatores estressantes destacados como de impacto no equilíbrio redox de aves são: temperatura, manejo excessivo, alta densidade de aves, desafio sanitário e desequilíbrio na nutrição animal. Neste estudo, as mães foram alojadas em condições experimentais comumente utilizadas, e as dietas experimentais fornecidas foram formuladas de modo que, pudesse atender as exigências das matrizes. Acredita-se, que tais experiências e condições evitaram a ruptura do equilíbrio redox e, conseqüentemente

minimizou a utilização do Se nas vias antioxidantes. Portanto, as condições de criação que foram mantidas em neste estudo para reprodutores (as) indicaram boa taxa de eclosão, fertilidade e mortalidade total (94,72%; 97,83%; e 5,28%) respectivamente.

4.3 Atividade antioxidante e peroxidação lipídica

Os resultados das dietas que foram suplementadas apresentaram maiores capacidade de captura de DPPH e menor peroxidação lipídica. Acredita-se que os efeitos encontrados neste trabalho, para as dietas suplementadas, sejam resultado do aumento da atividade antioxidante nos tecidos. Possivelmente a suplementação das dietas maternas com Se levedura e vitamina C, foi transferida para o ovo e após para os embriões ou pintainhos, podendo ser utilizados no metabolismo em geral dos pintainhos nos dias pós eclosão, melhorando a capacidade de defesa e capazes de evitar a oxidação celular. Isso pode ser explicado devido ao Se possuir função especial nos mecanismos de controle antioxidante como elemento essencial do centro ativo de selenoenzimas. Desse modo, essa função ajuda a manter integridade da membrana reduzindo a probabilidade de propagação de danos oxidativos adicionais a biomoléculas, como lipídios, lipoproteínas e DNA (Habibian et al. 2015).

Para alguns pesquisadores, como é o caso de (Surai, 2006), as fontes de Se em sua forma orgânica é a forma mais eficiente que permite construir reservas de Se no corpo. Em particular, pintainhos que nascem de ovos enriquecidos com Se foram caracterizados pelo aumento de GPx no fígado, não apresentam apenas na eclosão, mas também aos 5 dias pós-eclosão. Do mesmo modo, nesses animais, a concentração de Se no fígado da progênie foi comprovado, demonstrando que o micromineral de forma endógena acumula nos tecidos através da dieta materna mantendo a atividade de GPH-Px mais alta nesses animais.

No atual trabalho, as suplementações na dieta materna de codornas promoveram melhora no estado oxidativo no músculo do peito, fígado e saco vitelínico residual de embriões e pintainhos. Esses resultados sustentam a hipótese de que suplementar reprodutores com Se levedura com ou sem vit C é excelente estratégia para melhorar a qualidade da progênie produzida, protegendo-os dos processos oxidativos que possam acometê-los durante todo processo de desenvolvimento embrionário e pós-nascimento. Esses resultados encontrados nos tecidos, que são ricos em proteínas, podem estar associados com a equivalência entre as moléculas da metionina e selenometionina, que permitem que as aves utilizem estes compostos de forma igualitária para a síntese de proteínas, uma vez que, o RNA transportador específico para metionina não consegue diferenciar entre a selenometionina e a metionina (Schrauzer, 2003).

A porcentagem de DPPH foi de 10%, superior em relação a basal, demonstrando a alta capacidade antioxidante. A porcentagem de DPPH, chegou até 51% em dietas suplementadas no fígado de pintainho com 7 dias de vida. A porcentagem de DPPH do vitelo residual aumentou de 28%, em média, para acima de 45% no pintainho de 1 dia. Esses resultados evidenciam o intenso metabolismo que ocorre nessa etapa final em que o saco vitelínico é intensamente absorvido pelo organismo animal. Esse conteúdo possui mais atividade antioxidante e menor peroxidação lipídica, garantindo ao embrião matéria-prima de melhor qualidade para o metabolismo do embrião nos últimos dias do seu desenvolvimento.

Isso influenciou porque há aumento de concentração de selênio nos tecidos durante as 2 primeiras semanas pós-eclosão. Quando o pinto é eclodido ele ainda está com seu sistema imunológico em desenvolvimento, talvez seja por isso que aos 15 dias os embriões tenham mostrados valores mais baixos quando comparado ao 1 ou 7 dias de

vida. Quando há aumento de concentração de selênio, há também o aumento das defesas antioxidantes, agindo a favor como proteção aos efeitos estressores (Surai, 2006).

Em relação a vitamina C, este é um poderoso antioxidante que atua através de uma via de mão dupla, ou seja, através de sua conversão em ácido L-desidroascórbico, um radical particularmente inerte. A reação é reversível e a interconversão dessas moléculas forma um sistema redox, e a fisiologia de suas ações, ambos apresentam atividade de vitamina C (Attia et al. 2015). A outra via, é a formação de um radical ascorbato que destrói os radicais livres gerados pelo oxigênio, que inclui hidroxila ($\text{OH}\cdot$), mono-oxigênio ($\text{O}\cdot$) e os superóxidos ($\text{O}_2\cdot$) e também na transferência de equivalentes radicais das fases lipídicas para compartimento aquoso. Ao realizar esta função, a vitamina entra em ação sinérgica com outras enzimas antioxidantes protetoras, como: catalase (CAT), superóxido dismutase (SOD) e glutathione peroxidase (GPx). Talvez seja esse o motivo que possa ter ajudado a encontrar esses valores, uma vez que tenha ajudado a redução do dano celular, auxiliando em melhor captura do radical DPPH (Attia et al. 2015).

Quando a interação foi desdobrada foi possível observar que os ovos que passaram pelo armazenamento (8 dias), apresentaram médias piores aos que não passaram pelo armazenamento, indicando que os tecidos oriundos desses ovos apresentaram maior produção de MDA (g), sendo assim, maior peroxidação lipídica desses tecidos. Enquanto os que não foram submetidos ao armazenamento apresentaram médias superiores.

Dentre as dietas suplementadas todas elas apresentaram melhores médias que a dieta basal, estas suplementadas apresentaram redução da produção de MDA (g) nos tecidos como músculo, fígado e saco vitelínico, isso ocorreu porque o sistema antioxidante foi mais eficiente, tanto o Se quanto a Vit C auxiliaram na melhor defesa no organismo animal, provavelmente permitiu que houvesse maior remoção dos peróxidos

da oxidação lipídica como o produto que é o MDA. Os embriões (15 dias) que tiveram seus tecidos coletados, apresentaram piores médias, produzindo maiores produção de MDA (g), podendo ser possível porque nessa fase o embrião passar por alto nível de estresse. Para o músculo de 15 dias, o fígado de 15 dias 1 e 7, o saco vitelínico de 15 e 1 dia, todas as suplementações que receberam vit C e Se sem armazenamento foram diferentes quando os ovos receberam 8 dias de armazenamento, entre as suplementações, pode-se observar que a dieta 0,2 Eco em meio a todas foi a melhor, indicando menor peroxidação lipídica.

Quanto maiores os valores encontrados de MDA, maior é a peroxidação lipídica. O pintainho recém-eclodido seu sistema imunológico ainda é imaturo, não é completamente funcional. Por isso, durante a primeira semana o pintainho não é tão protegido das infecções, porém ao passar dos dias o sistema imunológico do pintinho se desenvolve ativamente no pós-nascimento, porém, esse processo envolve o acúmulo de PUFAs e aumento de susceptibilidade à peroxidação lipídica.

Presumivelmente, o que deve ter levado as dietas apresentarem menores concentrações de MDA, pode ter sido pelas suplementações utilizadas neste trabalho terem aumento da defesa antioxidante nos tecidos dos animais reduzindo a peroxidação lipídica e os danos oxidativo nos tecidos. A GPx ajuda na regulação da oxidação celular, causando redução do oxigênio reativo em espécies em moléculas menos nocivas (Arthur, 2000). As maiores concentrações de MDA encontradas foram no músculo e saco vitelínico por seu alto teor de ácidos graxos poli-insaturados, nos quais são susceptíveis a deterioração rápida (Ahmad, 2012).

A peroxidação lipídica é uma via complexa na qual os hidroperóxidos de ácidos graxos se formam como uma cadeia de radicais no processo de reação entre ácidos graxos

insaturados e espécies reativas de oxigênio. Presume-se que a diferença entre as fontes de Se podem ter sido atribuídas a diferenças nas vias metabólicas (orgânica e inorgânica) as fontes orgânicas preservam melhor a integridade das células ligadas a oxidação lipídica e estabilidade oxidativa (Wang, 2009).

5. Conclusões

As suplementações de selênio levedura e vitamina C aumentam a quantidade de espermatozoides que atingem o ovo e perfuram a membrana perivitelínica em reprodutores de codornas japonesas. As dietas suplementadas melhoram as defesas antioxidantes e diminui a peroxidação do músculo, fígado e saco vitelínico de embriões de 15 dias e pintainhos de 1 e 7 dias os protegendo contra a oxidação. Tendo em vista que as dietas suplementadas demonstram efeitos similares, a recomendação deste trabalho é que seja utilizado 0,3 Sell.

6. Referências

Ahmad, H., Tian, J., Wang, J., Khan, M.A., Wang, Y., Zhang, L., Wang, T. 2012. Effects of dietary sodium selenite and selenium yeast on antioxidant enzyme activities and oxidative stability of chicken breast meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 60, p. 7111–7120.

Alay, T., Karadas, F. 2016. The effects of carotenoids in quail breeder diets on egg yolk pigmentation and breeder performance. *Acta Agriculture Scandinavica Animal Science*, v. 66 p. 206-214.

Araújo, W. A. G., Rostagno H.S, Albino, L.F.T, Carvalho T.A, Birro T. Vitamina E na

nutrição animal. Revista Eletrônica Nutritime, v. 7 p. 1-9.

Arthur, J. R. 2000. The glutathione peroxidases. Cellular and Molecular Life Sciences, v. 57 p. 1825–1835

Attia, Y., Abdalah A., Zeweil H., Bovera F., El-Din A.T., Araft M. 2010. Effect of inorganic or 402 organic selenium supplementation on productive performance, egg quality and some 403 physiological traits of dual-purpose breeding hens. Journal Animal Science, v. 55 p. 505-19.

Breque, B., Surai P., Brillard J.P. Antioxidant status of the lower oviduct in the chicken varies with age and dietary vitamin E supplementation. Molecular Reproduction and Development, v. 73 p. 1045-1055.

Davtyan, D.T. Papazyan L. 2006. Dose response of Se added as sodiumselenite or Sel-Plex on male sperm quality and breeder productivity. European Poultry Conference, Verona, Italy, v. 37 p. 10- 14.

Donnelly, F.T., McClure N; Lewis S F M. 1999. Antioxidant supplementation in vitro does not improve human sperm motility. Fertility and Sterility, v. 72, p. 484- 486.

Fassani, E.J., Abreu, M.T., Silveira, M.M.B.M. 2019. Egg yolk color of commercial laying hens receiving commercial pigment in diet. Ciência Animal Brasileira, v. 20 p. 1-10.

Galli, G.M., Da Silva, A.S., Biazus, A.H., Reis, J.H; Boiago, M.M., Topazio, J.P; Migliorini, M.J., Guarda, N.S; Moresco, R.N. 2018. Feed addition of curcumin to laying

hens showed anticoccidial effect, and improved egg quality and animal health. *Research Veterinarian Science*, v. 118 p. 101-106.

Habibian, M., Sadeghi G., Ghazi S., Moeini, M.M. 2015. Selenium as a feed supplement for heat-stressed poultry: a review. *Biological Trace Element Research* v. 165, p. 183–193.

Han, X. J., Qin, P., Li, W. X., Ma, Q. G., Ji, C., Zhang, J. Y., Zhao, L. H. 2017. 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.

Hassan, S. 1990. Influence of dietary sodium selenite and barley selenium on the performance of laying hens and their subsequent progeny. *Acta Agriculture Scandinavica Animal Science* v. 40, p. 267-278.

Hsu, P.C., Liu, M.Y., Chen L.Y., Guo Y. L. 1998. Effects of vitamin E and/or C on reactive oxygen species-related lead toxicity in rat sperm. *Toxicology*, v. 128, p. 169-179.

Jiang, Z., Lin, Y., Zhou, G., Luo, L., Jiang, S.; Chen, F. 2009. Effects of dietary selenomethionine supplementation on growth performance, meat quality and antioxidant property in yellow broilers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 57, p. 9769-9772.

Oishi, T. K. Yoshida, S., Moriguchi, S. 1988. Effect of low-selenium diet on plasma lutenizing hormone, follicle stimulating hormone and estradiol in pullets and laying hens. *Japanese Poultry Science*, v. 25, p. 337-342

Osman, A.M.R., Abdel-Wahed, H.M., Ragab, M.S. 2010. Effects of supplementing

laying hens diets with organic selenium on egg production, egg quality, fertility and hatchability. *Brazilian Journal of Poultry Science.*, v. 30, p. 893-915.

Petrosyan, A.T., Papazyan, L. 2006. Administration of Se as Sel-Plex on top of Sodiumselenite still improves fertility of hatchability of a broiler breeder flock. *European Poultry Conference*, v. 133, p. 10-14.

Sahin, K. Onderci, M., Sahin, N., Gursu, M.F., Kucuk, O. 2003. Dietary vitamin C and folic acid supplementation ameliorates the detrimental effects of heat stress in Japanese quail. *The Journal of Nutrition*, v. 133 p. 1882-1888.

Santos, T.C., Murakami, A.E., Oliveira, C.A.L., Moraes, G., Stefanello, C., Carneiro, T., Feitosa, C., Kaneko, I. 2015. Influence of European quail breeders age on egg quality, incubation, fertility and progeny performance. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.17, p. 49-56.

Santos, T.C., Murakami, A.E., Oliveira, C.A.L., Giraldelelli, N., 2013. Sperm-egg interaction and fertility of Japanese breeder quails from 10 to 61 weeks. *Poultry Science*, v. 92 p. 205-210.

SAS Institute, 2013. *SAS/STAT User's Guide*.Release 9.4. SAS Institute, Inc., second ed. Cary, NC.

Schrauzer, G. N. 2003. The nutritional significance, metabolism and toxicology of selenomethionine. *Advances in Food and Nutrition Research*. v. 47, p. 73–112.

Surai P.F., Fisinin, V.I. 2014. Selenium in poultry breeder nutrition: An update. *Animal Feed Science and Technological*, v. 191, p.1-15.

Surai, P.F., Fisinin, V.I., Karadas, F. 2016. Antioxidant systems in chick embryo development. Part 1. Vitamin E; carotenoids and selenium. *Animal Nutrition*, v. 2, p. 1-11.

Surai P.F., Kochish, I.I. 2019. Nutritional modulation of the antioxidant capacities in poultry: the case of selenium. *Poultry Science*, v. 98, p. 4231-4239.

Surai P.F., Kochish, I.I., Fisinin, V.I. 2018. Glutathione peroxidases in poultry biology: Part 1. Classification and mechanisms of action. *World's Poultry Science Journal*, v. p. 185 – 198.

Surai, P.F., Yaroshenko, F.O., Dvorsaka, Y.E., Karadas, F., Sparks, N.H.C. 2004. Consumption of selenium-enriched eggs improves selenium status in human volunteers. *Proceedings of the World's Poultry Congress*, v. 1, p. 13-23.

Surai, P.F., Kochish, I.I., Fisinin, V.I., Velichko, O. A. 2018. Selenium in poultry nutrition: From sodium selenite to organic selenium sources. *Journal of Poultry Science*, v. 55, p. 79-93.

Urso U.R, Dahlke, F., Maiorka, A., Bueno, I.J., Schneider, A.F., Surek, D., Rocha, C. 2015. Vitamin E and selenium in broiler breeder diets: Effect on live performance, hatching process, and chick quality. *Poultry Science*, v. 94 p. 976-983.

Wan, X.L., Ju, G.Y., Xu, L., Yang, H.M., Wang, Z.Y. 2019. Dietary selenomethionine increases antioxidant capacity of geese by improving glutathione and thioredoxin systems. *Poultry Science*, v. 98, p. 3763-3769.

Wang, Z.G., Pan, X.J., Peng, Z.Q., Zhao, R.Q., Zhou, G.H. 2009. Methionine and

selenium yeast supplementation of the maternal diets affects color, water-holding capacity, and oxidative stability of their male offspring meat at the early stage. *Poultry Science*, v. 88, p. 1096–1101.

Tabela I. Composição das dietas experimentais para codornas em postura e codornas na fase inicial.

Ingredientes (%)	Dietas experimentais						
	Postura					Progênie	
	Basal ⁶	0,3Sell	0,6Sell	0,2Eco	0,4Eco	1-14	15-35
Milho 7,86% PB	59,903	59,903	59,903	59,903	59,903	54,03	58,55
Farelo de Soja 45% PB	29,588	29,588	29,588	29,588	29,588	38,90	35,94
Calcário	6,765	6,765	6,765	6,765	6,765	1,05	0,89
Óleo de soja	0,842	0,842	0,842	0,842	0,842	2,23	1,28
Fosfato Bicálcico	1,334	1,334	1,334	1,334	1,334	2,20	1,75
Premix vit+min ^{1,2}	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	1,00	1,00
Sal comum	0,340	0,340	0,340	0,340	0,340	0,43	0,46
DI- Metionina	0,558	0,558	0,558	0,558	0,558	0,15	0,12
L-Lisina (HCl 99%)	0,366	0,366	0,366	0,366	0,366	0,01	0,01
Inerte ³	0,100	0,070	0,040	0,080	0,060	-	-
Sellplex ⁴	0,000	0,030	0,060	-	-	-	-
Economase ⁵	-	-	-	0,020	0,040	-	-
Composição calculada (%)							
Proteína Bruta	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	22,000	21,000

Energia Metab (Kcal/Kg)	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,900	2,900
Met (dig.)	0,803	0,803	0,803	0,803	0,803	0,447	0,41
Met+Cys (dig.)	0,942	0,942	0,942	0,942	0,942	0,744	0,69
Lys (dig.)	1,149	1,149	1,149	1,149	1,149	1,095	1,03
Sódio	0,147	0,147	0,147	0,147	0,147	0,205	0,21
Cálcio	2,990	2,990	2,990	2,990	2,990	1,092	0,91
Fósforo (disp.)	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,513	0,43
Selenito de sódio (mg/kg)	0,250					0,257	0,257
Selênio levedura (mg/kg)	-	0,300	0,600	0,300	0,600	-	-
Vitamina C (mg/kg)	-	-	-	6,370	13,080	-	-

TABELA 2. Valores de beta de codornas reprodutores de codornas japonesas referente ao desempenho reprodutivo.

Exp^β

Valores de β	
Fêmeas	
Basal	$5,158-0,4177\text{dia}+0,0358\text{dia}^2-0,0056\text{dia}^3$
0,3 Sell	$6,1058-0,8326\text{dia}+0,13\text{dia}^2-0,0103\text{dia}^3$
0,6 Sell	$6,7852-1,2198\text{dia}+0,1832\text{dia}^2-0,0103\text{dia}^3$
0,2 Eco	$6,2045-1,0871\text{dia}+0,1995\text{dia}^2-0,0152\text{dia}^3$
0,4 Eco	$5,4242\text{dia}+0,1778\text{dia}^2-0,0115\text{dia}^3$
Machos	
Basal	$4,1783-0,8303\text{dia}+0,1478\text{dia}^2-0,0103\text{dia}^3 +0,5553\text{dia}-0,084\text{dia}^2$
0,3 Sell	$5,3854-0,8303\text{dia}+0,1478\text{dia}^2-0,0103\text{dia}^3+0,0858\text{dia}-0,0261\text{dia}^2$
0,6 Sell	$5,9271-0,8303\text{dia}+0,1478\text{dia}^2-0,0103\text{dia}^3-0,04\text{dia}+0,007\text{dia}^2$
0,2 Eco	$5,09707-0,8303\text{dia}+0,1478\text{dia}^2-0,0103\text{dia}^3+0,2056\text{dia}-0,0262\text{dia}^2$
0,4 Eco	$5,707-0,8303\text{dia}+0,1478\text{dia}^2-0,0103\text{dia}^3$
Casal (fêmeas e machos)	
Basal	$5,4153-0,5682\text{dia}+0,0578\text{dia}^2-0,0054\text{dia}^3$
0,3 Sell	$5,9434-1,25\text{dia}+0,285\text{dia}^2-0,0219\text{dia}^3$
0,6 Sell	$5,9619-0,5156\text{dia}+0,0647\text{dia}^2-0,0048\text{dia}^3$
0,2 Eco	$5,6333-0,8865\text{dia}+0,1635\text{dia}^2-0,0132\text{dia}^3$
0,4 Eco	$5,1925\text{dia}+0,0942\text{dia}^2-0,0078\text{dia}^3$

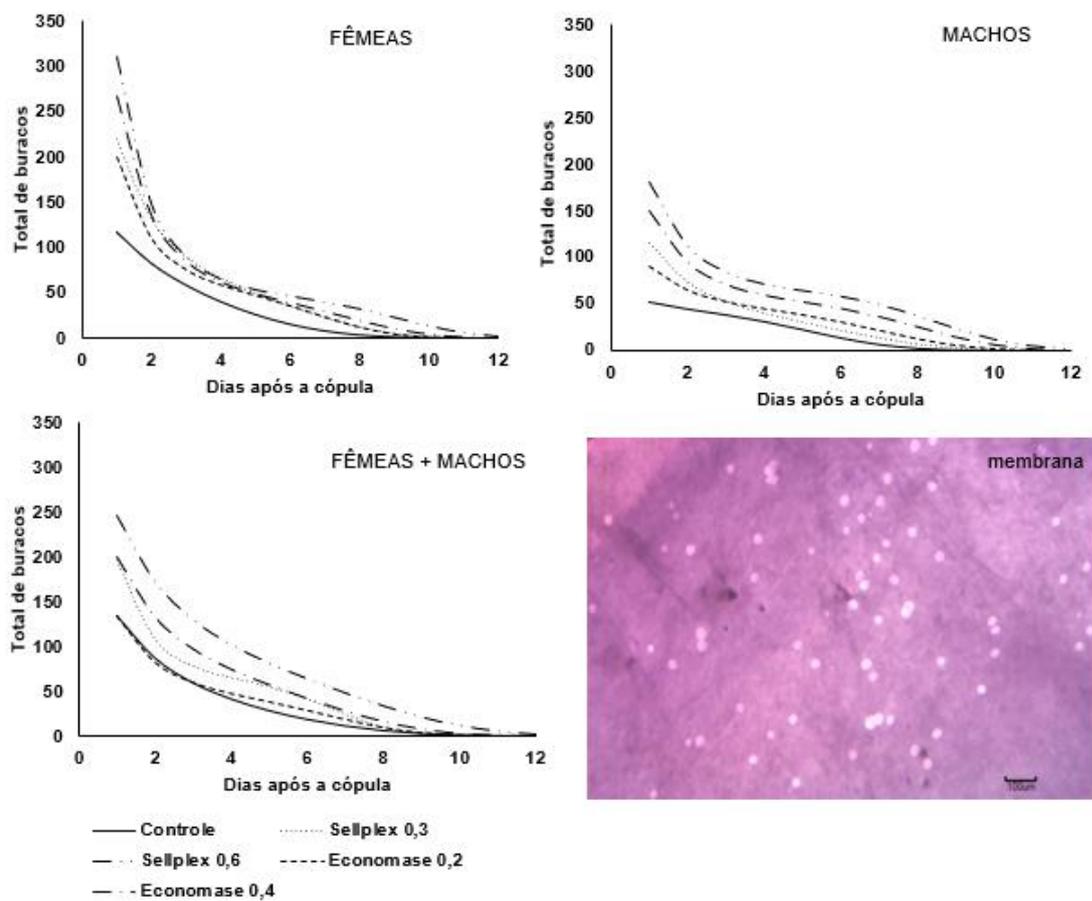


Figura 1. Gráfico dos efeitos dos tratamentos e dos dias após a cópula sobre o número de buracos presente na membrana vitelínica sobre a área do disco germinativo em codornas japonesas quando as fêmeas, os machos e os casais receberam as dietas experimentais. Detalhe da membrana perivitelínica corada com PAS para identificar os pontos de hidrólises (buracos) causados pelos espermatozoides – pontos brancos.

TABELA 3. Dados médios observados e estimados referente ao desempenho de incubação (n=12) e qualidade de progênie de ovos (n=50 aves) oriundos de codornas japonesas suplementadas com selênio levedura e vitamina C.

	Fertilidade		Infertilidade		Eclosão total		Eclosão férteis		Mortalidade					
									Total		Início+meio		Final+casca	
	Est	Obs	Est	Obs	Est	Obs	Est	Obs	Est	Obs	Est	Obs	Est	Obs
Basal	93,38	93,28	6,62	6,62	86,76	86,54	92,95	92,67	7,08	7,33	38,89	2,74	61,11	4,58
0,3 Sell	97,83	97,86	2,17	2,17	90,94	91,06	92,96	92,98	7,04	7,02	15,79	1,03	84,21	5,99
0,6 Sell	96,79	96,87	3,21	3,21	89,47	89,74	92,53	92,78	7,47	7,21	61,11	4,56	38,89	2,65
0,2 Eco	96,85	96,50	3,15	3,15	91,14	91,54	94,72	94,94	5,28	5,05	46,15	2,36	53,85	2,69
0,4 Eco	96,25	96,05	3,75	3,75	91,01	91,20	94,55	94,76	5,45	4,87	50,00	2,42	50,00	2,45
Média	96,22	96,11	3,78	4,35	89,98	90,02	93,54	93,63	6,46	6,29	3,78	2,62	3,75	3,67
EPM	0,663		0,138		0,687		0,390		0,150		0,120		0,096	
P-valor	0,100		0,100		0,349		0,781		0,781		0,055		0,267	
Valores de β														
Basal	2,6470		-2,6470		1,8803		2,5353		-2,5353		-0,452		0,452	
0,3 Sell	3,8067		-3,8067		2,3066		2,5810		-2,5810		-1,674		1,674	
0,6 Sell	3,4054		-3,4054		2,1481		2,5168		-2,5168		0,452		-0,452	
0,2 Eco	3,4259		-3,4259		2,4065		2,8861		-2,8861		-0,1542		0,1542	
0,4 Eco	3,2465		-3,2465		2,3150		2,8540		-2,8540		0		0	

¹ EPM = Erro padrão da média ¹Basal: 0,25mg/kg de selenito de sódio; ²0,3 Sell: (basal+0,3 mg/kg de levedura enriquecida com selênio) ³0,6 Sell: (basal+0,6 mg/kg de levedura enriquecida com selênio); ⁴0,2 Eco: (basal + 0,3 mg/kg de levedura enriquecida com selênio + 6,37 mg/kg de vitamina C); ⁵0,4 Eco: (basal + 0,6 mg/kg de levedura enriquecida com selênio + 13,08 mg/kg de vitamina C); Ferti = fertilidade infertil= infertilidade; MT= mortalidade total; M1= mortalidade inicial; M2= mortalidade final; Obs=observados; Est=estimados; EPM=erro padrão da média;

$$\beta \text{ estimado} = 100 \times (\exp^{(\beta)}/1+\exp^{(\beta)}).$$

TABELA 4. Escore de Pasgar[®] e qualidade da progênie resultante de codornas japonesas alimentadas com substâncias antioxidantes (n=50).

Dietas	Escore Pasgar [®]	Comprimento (mm)	Peso (g)
Basal	9,62	11,67 ^a	7,71 ^a
0,3 Sell	9,62	11,38 ^{bc}	7,50 ^a
0,6 Sell	9,50	11,42 ^b	7,12 ^b
0,2 Eco	9,60	11,20 ^c	7,49 ^a
0,4 Eco	9,76	11,75 ^a	7,51 ^a
Média	9,62	11,48	7,47
EPM	0,033	0,027	0,041
P-valor	0,196	<0,0001	<0,0002

¹Basal: 0,25mg/kg de selenito de sódio; ²0,3 Sell: (basal+0,3 mg/kg de levedura enriquecida com selênio) ³0,6 Sell: (basal+0,6 mg/kg de levedura enriquecida com selênio); ⁴0,2 Eco: (basal + 0,3 mg/kg de levedura enriquecida com selênio + 6,37 mg/kg de vitamina C); ⁵0,4 Eco: (basal + 0,6 mg/kg de levedura enriquecida com selênio + 13,08 mg/kg de vitamina C); Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

TABELA 5. Dados médios observados sobre a porcentagem de sequestro de captura do DPPH, em tecidos como músculo, fígado, saco vitelínico liofilizado de embriões e pintinhos oriundos de ovos de codornas japonesas suplementadas com selênio levedura e vitamina C.

DPPH (%)	Embrião 15 dias			Pintinho 1 dia			Pintinho 7 dias	
	Músculo	Fígado	Saco vitelínico	Músculo	Fígado	Saco vitelínico	Músculo	Fígado
Armaz								
0-d	25,89 ^a	30,89 ^a	28,02 ^a	43,12 ^a	47,22 ^a	43,39 ^a	43,49 ^a	43,49 ^a
8-d	25,19 ^a	30,15 ^a	27,30 ^a	42,78 ^a	45,17 ^a	43,00 ^a	42,97 ^a	42,97 ^a
Dietas								
Basal	21,38 ^b	25,47 ^b	23,08 ^b	35,91 ^b	36,56 ^b	35,30 ^b	36,01 ^b	40,77 ^b
0,3 Sell	26,31 ^a	31,23 ^a	28,43 ^a	44,45 ^a	47,18 ^a	44,22 ^a	44,61 ^a	50,60 ^a
0,6 Sell	26,31 ^a	31,47 ^a	28,80 ^a	44,95 ^a	48,03 ^a	45,25 ^a	45,25 ^a	50,90 ^a
0,2 Eco	27,35 ^a	32,12 ^a	29,33 ^a	45,36 ^a	50,11 ^a	45,72 ^a	45,48 ^a	51,98 ^a
0,4 Eco	26,33 ^a	32,33 ^a	28,67 ^a	44,08 ^a	49,09 ^a	45,49 ^a	44,79 ^a	51,05 ^a
Fontes de Variação				P-valor				
Dieta	<0,0064	<0,000	<0,0048	<0,0011	<0,0001	<0,0001	<0,0007	<0,0008
Arm	0,496	0,464	0,504	0,812	0,114	0,768	0,716	0,695
Arm × dieta	0,992	0,999	1,000	1,000	0,846	0,999	0,999	0,999
EPM	0,561	0,603	0,600	0,851	0,982	0,865	0,855	0,986

¹ EPM = Erro padrão da média Arm=armazenamento¹Basal: 0,25mg/kg de selenito de sódio; ²0,3 Sell: (basal+0,3 mg/kg de levedura enriquecida com selênio) ³0,6 Sell: (basal+0,6 mg/kg de levedura enriquecida com selênio); ⁴0,2 Eco: (basal + 0,3 mg/kg de levedura enriquecida com selênio + 6,37 mg/kg de vitamina C); ⁵0,4 Eco: (basal + 0,6 mg/kg de levedura enriquecida com selênio + 13,08 mg/kg de vitamina C); Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); Arm = armazenamento

*Letras minúsculas indicam que as médias são diferentes no teste tukey ao nível de 5 % de significância.

TABELA 6. Dados médios observados sobre o TBARS, em tecidos como músculo, fígado, saco vitelínico liofilizado de embriões e pintinhos oriundos de ovos de codornas japonesas.

	15 dias embrião			Pintinho 1 dia			Pintinho 7 dias	
	Músculo	Fígado	Saco vitelínico	Músculo	Fígado	Saco vitelínico	Músculo	Fígado
Armaz								
0-d	5,50 ^b	5,08 ^b	5,58 ^b	3,92 ^b	3,09 ^b	3,95 ^b	2,42 ^b	2,20 ^b
8-d	6,65 ^a	6,06 ^a	6,09 ^a	4,75 ^a	4,49 ^a	5,11 ^a	3,24 ^a	3,24 ^a
Dietas								
Basal	7,26 ^a	6,42 ^a	7,05 ^a	5,73 ^a	5,64 ^a	5,66 ^a	3,62 ^a	3,54 ^a
0,3 Sell	6,43 ^b	6,30 ^{ab}	6,59 ^b	4,54 ^b	4,12 ^b	4,72 ^b	3,13 ^b	3,04 ^b
0,6 Sell	6,02 ^{bc}	5,60 ^{ab}	5,67 ^c	4,29 ^{bc}	3,06 ^c	4,56 ^b	2,46 ^c	2,36 ^c
0,2 Eco	5,01 ^d	4,16 ^c	4,47 ^d	3,71 ^c	2,37 ^d	3,70 ^c	1,99 ^d	1,82 ^d
0,4 Eco	5,66 ^c	5,36 ^b	5,39 ^c	3,39 ^d	3,76 ^b	4,00 ^{bc}	2,96 ^b	2,83 ^b
Fontes de Variação					P-valor			
Dieta	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Arm	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Arm x dieta	<0,0316	<0,0290	<0,0022	0,3033	<0,0165	<0,0117	0,0977	<0,0325
EPM	0,166	0,190	0,160	0,157	0,217	0,168	0,121	0,134

EPM = Erro padrão da média ¹Basal: 0,25mg/kg de selenito de sódio; ²0,3 Sell: (basal+0,3 mg/kg de levedura enriquecida com selênio) ³0,6 Sell: (basal+0,6 mg/kg de levedura enriquecida com selênio); ⁴0,2 Eco: (basal + 0,3 mg/kg de levedura enriquecida com selênio + 6,37 mg/kg de vitamina C); ⁵0,4 Eco: (basal + 0,6 mg/kg de levedura enriquecida com selênio + 13,08 mg/kg de vitamina C); Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05); codornas japonesas suplementadas com selênio levedura e vitamin C.

*Letras minúsculas indicam que as médias são diferentes no teste Tukey ao nível de 5 % de significância.

TABELA 7. Desdobramento da interação entre os períodos de armazenamentos dos ovos antes da incubação com as dietas experimentais para quantificar MDA (g) no músculo liofilizado de embriões de 15 dias.

Músculo 15 dias			
	0 dia	8 dias	Média
Basal	7,07 ^{aA}	7,45 ^{aA}	7,26
0,3 Sell	5,95 ^{bB}	6,91 ^{abA}	6,34
0,6 Sell	5,34 ^{bB}	6,70 ^{abA}	6,02
0,2 Eco	4,19 ^{cB}	5,83 ^{bA}	5,01
0,4 Eco	4,93 ^{bcB}	6,38 ^{bA}	5,66
Média	5,50	6,65	

*Diferenças entre as médias dos tratamentos estão em letras minúsculas ao teste Tukey, já as maiúsculas indicam diferenças das médias entre o armazenamento ao teste T.

TABELA 9. Desdobramento da interação entre os períodos de armazenamentos dos ovos antes da incubação com as dietas experimentais para quantificar MDA (g) no músculo liofilizado de pintainho de 7 dias.

Músculo 7 dias			
	0 dia	8 dias	Média
Basal	3,32 ^{aB}	3,91 ^{aA}	3,62
0,3 Sell	2,57 ^{bB}	3,68 ^{aA}	3,13
0,6 Sell	2,10 ^{cB}	2,82 ^{bA}	2,46
0,2 Eco	1,38 ^{dB}	2,59 ^{bA}	1,99
0,4 Eco	2,72 ^{bA}	3,20 ^{aA}	2,96
Média	2,42	3,24	

*Diferenças entre as médias dos tratamentos estão em letras minúsculas ao teste Tukey, já as maiúsculas indicam diferenças das médias entre o armazenamento ao teste T.

TABELA 8. Desdobramento da interação entre os períodos de armazenamentos dos ovos antes da incubação com as dietas experimentais para quantificar MDA (g) no músculo liofilizado de pintainho de 1 dia.

Músculo 1 dia			
	0 dia	8 dias	Média
Basal	5,15 ^{aB}	6,31 ^{aA}	5,73
0,3 Sell	4,35 ^{aA}	4,73 ^{bA}	4,54
0,6 Sell	3,72 ^{abB}	4,86 ^{bA}	4,29
0,2 Eco	3,04 ^{bB}	3,75 ^{bA}	3,39
0,4 Eco	3,35 ^{bB}	4,08 ^{bA}	3,71
Média	3,92	4,75	

*Diferenças entre as médias dos tratamentos estão em letras minúsculas ao teste Tukey, já as maiúsculas indicam diferenças das médias entre o armazenamento ao teste T.

TABELA 10. Desdobramento da interação entre os períodos de armazenamentos dos ovos antes da incubação com as dietas experimentais para quantificar MDA (g) no fígado liofilizado de embriões de 15 dias.

Fígado 15 dias			
	0 dia	8 dias	Média
Basal	6,05 ^{aA}	6,79 ^{aA}	6,42
0,3 Sell	6,10 ^{aB}	6,50 ^{abA}	6,30
0,6 Sell	5,10 ^{aB}	6,10 ^{bA}	5,60
0,2 Eco	2,93 ^{bB}	5,39 ^{cA}	4,16
0,4 Eco	5,20 ^{aA}	5,52 ^{cA}	5,36
Média	5,08	6,06	

*Diferenças entre as médias dos tratamentos estão em letras minúsculas ao teste Tukey, já as maiúsculas indicam diferenças das médias entre o armazenamento ao teste T.

Tabela 11. Desdobramento da interação entre os períodos de armazenamentos dos ovos antes da incubação com as dietas experimentais para quantificar MDA (g) no fígado liofilizado de pintainho de 1 dia.

	Fígado 1 dia		
	0 dia	8 dias	Média
Basal	4,73 ^{aB}	6,55 ^{aA}	5,64
0,3 Sell	3,25 ^{bB}	4,99 ^{bA}	4,12
0,6 Sell	2,73 ^{bA}	3,39 ^{cA}	3,06
0,2 Eco	1,75 ^{cB}	2,99 ^{cA}	2,37
0,4 Eco	2,99 ^{bB}	4,54 ^{bA}	3,76
Média	3,09	4,49	

*Diferenças entre as médias dos tratamentos estão em letras minúsculas ao teste Tukey, já as maiúsculas indicam diferenças das médias entre o armazenamento ao teste T.

Tabela 13. Desdobramento da interação entre os períodos de armazenamentos dos ovos antes da incubação com as dietas experimentais para quantificar MDA (g) no saco vitelínico liofilizado de embrião de 15 dias.

	Saco vitelínico 15 dias		
	0 dia	8 dias	Média
Basal	7,09 ^{aA}	7,00 ^{aA}	7,05
0,3 Sell	6,46 ^{aA}	6,73 ^{aA}	6,59
0,6 Sell	5,51 ^{bA}	5,84 ^{bA}	5,67
0,2 Eco	4,06 ^{dB}	4,88 ^{cA}	4,47
0,4 Eco	4,79 ^{cB}	5,98 ^{bA}	5,39
Média	5,58	6,09	

*Diferenças entre as médias dos tratamentos estão em letras minúsculas ao teste Tukey, já as maiúsculas indicam diferenças das médias entre o armazenamento ao teste T.

Tabela 12. Desdobramento da interação entre os períodos de armazenamentos dos ovos antes da incubação com as dietas experimentais para quantificar MDA (g) no fígado liofilizado de pintainho de 7 dias.

	Fígado 7 dias		
	0 dia	8 dias	Média
Basal	3,17 ^{aB}	3,91 ^{aA}	3,54
0,3 Sell	2,40 ^{bB}	3,68 ^{aA}	3,04
0,6 Sell	1,90 ^{cB}	2,82 ^{bA}	2,36
0,2 Eco	1,05 ^{dB}	2,59 ^{bA}	1,82
0,4 Eco	2,46 ^{bB}	3,20 ^{abA}	2,83
Média	2,20	3,24	

*Diferenças entre as médias dos tratamentos estão em letras minúsculas ao teste tukey, já as maiúsculas indicam diferenças das médias entre o armazenamento ao teste T.

Tabela 14. Desdobramento da interação entre os períodos de armazenamentos dos ovos antes da incubação com as dietas experimentais para quantificar MDA (g) no saco vitelínico liofilizado de pintainho de 1 dia.

	Saco vitelínico 1 dia		
	0 dia	8 dias	Média
Basal	5,40 ^{aA}	5,92 ^{aA}	5,66
0,3 Sell	4,40 ^{bB}	5,04 ^{abA}	4,72
0,6 Sell	3,54 ^{cB}	5,58 ^{abA}	4,56
0,2 Eco	2,77 ^{dB}	4,64 ^{abA}	3,70
0,4 Eco	3,62 ^{cA}	4,38 ^{bA}	4,00
Média	3,95	5,11	

*Diferenças entre as médias dos tratamentos estão em letras minúsculas ao teste Tukey, já as maiúsculas indicam diferenças das médias entre o armazenamento ao teste T.

V- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante os resultados encontrados foi possível concluir que o selênio levedura e vitamina C demonstraram efeito positivos quando suplementados a codornas japonesas, as duas substâncias antioxidantes revelaram ser estratégias para reduzir danos celulares e aumentar a capacidade antioxidantes. De forma geral, as suplementações por estes resultados encontrados auxiliaram as reduções de concentrações de triglicerídeos e colesterol, além de não demonstraram efeitos negativos nas variáveis de desempenho avaliadas, nem na qualidade externa e internas dos ovos de codornas japonesas. As suplementações aumentaram a quantidade de produção de espermatozoides, sendo esses mais viáveis, com características de melhor qualidade, aumentando sua sobrevivência. Em relação aos embriões ou pintainhos na primeira semana de vida, as duas substâncias se mostraram eficazes com intuito de proteção contra a oxidação dos tecidos avaliados. Sugere-se que para a avaliação do desempenho de progênie por meio de dietas maternas/paternas seja realizada com número maior de repetições, pois os dados obtidos não foram expressivos com o delineamento realizado.