

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor ,
o texto completo desta dissertação
será disponibilizado somente a partir
de 05/07/2021.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA FACULDADE DE
MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

***SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE POEDEIRAS COMERCIAIS COM
DIFERENTES FONTES DE SELÊNIO: SAÚDE, DESEMPENHO E QUALIDADE
DE OVOS***

JULIANNA SANTOS BATISTIOLI

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título
de Mestre.

Botucatu - SP

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA FACULDADE DE
MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

***SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE POEDEIRAS COMERCIAIS COM
DIFERENTES FONTES DE SELÊNIO: SAÚDE, DESEMPENHO E QUALIDADE
DE OVOS***

JULIANNA SANTOS BATISTIOLI
Médica Veterinária

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Sartori

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título
de Mestre.

Botucatu - SP

B333s Batistioli, Julianna Santos
Suplementação da dieta de poedeiras comerciais com diferentes fontes de selênio : saúde, desempenho e qualidade de ovos / Julianna Santos Batistioli. -- Botucatu, 2019
64 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu
Orientador: José Roberto Sartori

1. Antioxidante. 2. Nutrição. 3. Poedeiras. 4. Selênio. I.
Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

JULIANNA SANTOS BATISTIOI, filha de Rosângela Aparecida dos Santos Batistioi e Lairto Batistioi, nasceu em 19 de setembro de 1992, na cidade de Jundiaí, Estado de São Paulo. Em 2009, iniciou o Técnico em agropecuária, pela ETEC Benedito Storani, Jundiaí, Estado de São Paulo, concluindo-o no ano de 2010. Em 2013, iniciou o Curso de Graduação em Medicina Veterinária, pela Universidade de Marília, Estado de São Paulo – Brasil, concluindo-o no ano de 2017. Em agosto de 2017, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, nível de Mestrado, área de Melhoramento e Nutrição Animal, na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - FMVZ - Botucatu, Estado de São Paulo- Brasil.

A minha filha amada,
Catarina Batistioli de Barros

Aos meus pais,
Rosângela Aparecida dos Santos Batistioli e Lairto Batistioli

Aos meus avós
Jesus dos Santos e Sebatiana Adorno dos Santos

Ao meu companheiro,
Felipe de Barros.

Obrigada por todo amor e carinho!

A Deus por tudo que há e por tudo que sou, por me dar força para não desistir e continuar a minha caminhada.

À minha pequena, a flor mais bela do meu Jardim, Catarina, minha motivação diária.

À minha família, mãe Rosângela, pai Lairto, irmã Fabianne e avós Jesus e Sebastiana que sempre estiveram presentes e me apoiando em tudo, muito obrigada.

Ao meu marido Felipe, muito obrigada por toda a paciência e companheirismo.

Ao meu orientador prof. Dr. José Roberto Sartori, obrigada por todos os ensinamentos e pela oportunidade de fazer parte da equipe LabAves.

À toda equipe do laboratório de nutrição de aves, por toda ajuda na execução do trabalho. MUITÍSSIMO obrigada, todos os pós-graduandos, estagiários, vocês fazem parte desta conquista. Ao Thiago, Técnico do LabAves, ajudante e amigo, muito obrigada por todo carinho e ajuda.

À Doutora Juliana Célia Denadai, muito obrigada por toda ajuda, apoio e ensinamentos.

Ao Doutor Everton Moreno Muro, muito obrigada por toda ajuda, apoio e amizade.

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, e especialmente Cláudia e Ellen por toda ajuda.

À Prof^a Dra. Regina e suas residentes e pós-graduandas que auxiliaram nas análises sanguíneas.

À Prof^a Dra. Margarida Maria de Barros, por ceder seu laboratório (AquaNutri) e toda sua equipe, sempre nos ajudando.

À Prof^a Dra. Maria Márcia Pereira Sartori do Dpto. de Produção e Melhoramento Vegetal–FCA, por toda ajuda nas análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Ricardo Orsi, por toda ajuda e paciência nos ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Pedro Padilha e toda sua equipe, por toda ajuda nas análises de Selênio.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de Financiamento 001.

" Não existem sonhos impossíveis para aqueles que realmente acreditam que o poder realizador reside no interior de cada ser humano, sempre que alguém descobre esse poder algo antes considerado impossível se torna realidade." (Albert Einstein)

**SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE POEDEIRAS COMERCIAIS COM
DIFERENTES FONTES DE SELÊNIO: SAÚDE, DESEMPENHO E
QUALIDADE DE OVOS**

RESUMO: Para avaliar os efeitos de diferentes fontes de selênio nos parâmetros produtivos, de qualidade dos ovos e seu potencial antioxidante, imunidade das aves, bem como a concentração de selênio na musculatura (*Pectoralis major*) e nos ovos, foram utilizadas 150 poedeiras da linhagem Dekalb White de 35 semanas de idade, distribuídas ao acaso em aviário convencional com 3 tratamentos e 10 repetições cada: Dieta controle (DC); DC + Selenito de Sódio (0,2 mg de Se/kg de ração) e DC + Levedura Selenizada (0,2 mg de Se/kg de ração), formuladas segundo recomendações do manual da linhagem. Foram avaliados o consumo de ração, produção de ovos, peso de ovos, massa de ovos produzida e conversão alimentar. Para qualidade dos ovos foram avaliadas a gravidade específica, porcentagem e coloração de gema, resistência da casca à quebra, porcentagem e espessura de casca, porcentagem de albume, unidades Haugh e índice de gema. As quantificações de selênio foram realizadas por espectrometria de absorção atômica em forno de grafite (GF-AAS). A Unidade Haugh foi realizada nos dias 7, 14, 21, 28 dias pós-armazenamento dos ovos. A atividade da glutathiona peroxidase (GPx) no sangue e fígado foram analisadas ao término do período experimental. Foi realizado hemograma completo com diferencial de leucócitos e produção de reativos de oxigênio e nitrogênio por macrófagos peritoneais. Os dados foram submetidos a ANOVA seguida de teste de médias de Tukey (5%), as contagens sanguíneas foram submetidas ao teste de medianas de Kruskal-Wallis (5%). A suplementação de selênio na alimentação de galinhas poedeiras comerciais leves não afetou os parâmetros de desempenho e qualidade dos ovos ($P > 0,05$), exceto para Unidades Haugh dos ovos estocados, onde foi observada interação ($P < 0,05$) entre dieta \times período de armazenamento e período \times ambiente de armazenamento. Os ovos das aves alimentadas com selênio orgânico apresentaram maior concentração de Se ($P < 0,05$) que os ovos das aves que receberam selenito de sódio, sendo que os ovos do grupo controle, apresentaram menores teores de selênio, este mesmo efeito ocorreu na concentração de selênio no músculo. A utilização de diferentes fontes de selênio suplementadas nas dieta de poedeiras comerciais não influencia o desempenho, qualidade de ovos e parâmetros hematológicos e imunológicos no período experimental e não altera a qualidade dos ovos armazenados por um período de 28 dias, independente da temperatura de armazenamento, em contrapartida, as fontes orgânicas proporcionam melhor atividade do sistema antioxidante e melhora na concentração e eficiência de

transferência do mineral.

Palavras chave: antioxidante, nutrição, poedeiras, selênio.

COMMERCIAL LAYING HENS DIETS SUPPLEMENTATION WITH DIFFERENT SELENIUM SOURCES: HEALTH, PERFORMANCE AND EGG QUALITY

ABSTRACT: Aiming to evaluate the effects of different selenium sources on productive parameters, egg quality and its antioxidant potential, birds immunity, as well as the selenium concentration in the musculature (*Pectoralis major*) and eggs, 150 Dekalb White hens at 35 weeks of age were randomly assigned to 3 treatments with 10 replicates, in a conventional aviary: control diet (CD); CD + Sodium Selenite (0.2 mg Se / kg of feed) and CD + Selenized Yeast (0.2 mg Se / kg of feed), formulated according to recommendations of the lineage manual. The feed consumption, egg production, egg weight, egg mass produced and feed conversion were evaluated. The specific gravity, percentage and yolk color, shell strength at break, percentage and shell thickness, percentage of albumen, Haugh units and yolk index were evaluated for egg quality. The quantification of selenium was performed by graphite furnace atomic absorption spectrometry (GF-AAS). The Haugh units were evaluated on days 7, 14, 21, 28 days after egg storage. The glutathione peroxidase activity (GPx) in blood and liver was analyzed at the end of the experimental period. A complete blood count with leukocyte differential and the production of oxygen and nitrogen reactives by peritoneal macrophages were performed. Data were submitted to ANOVA followed by Tukey means test (5%), blood counts were submitted to Kruskal-Wallis median test (5%). Selenium supplementation in lightweight commercial laying hens feed did not affect egg quality and performance parameters ($P > 0.05$), except for Haugh Units of the stocked eggs, where interaction ($P < 0.05$) was observed between diet \times storage period and period \times storage environment. The eggs of the birds fed with organic selenium presented a higher concentration of Se ($P < 0.05$) than the eggs of the birds that received sodium selenite, whereas the eggs of the control group presented lower levels of selenium, this same effect occurred in the muscular concentration of selenium. The use of different selenium sources supplemented in commercial laying hens diets does not influence the performance, egg quality, hematological and immunological parameters in the experimental period and does not alter the quality of eggs stored for a period of 28 days, in contrast, organic sources provide better antioxidant system activity and improved concentration and transfer efficiency of the mineral.

Key words: antioxidant, laying hens, nutrition, selenium.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO 1	Página
Figura 1. Sistema glutathiona peroxidase/reductase.....	7
 CAPÍTULO 3	
Figura 1. Concentrações de selênio nos ovos aos 0, 8, 14 e média (54,55 e 56) dias de experimento.....	51
Figura 2. Eficiência de transferência de selênio (%) para o ovo aos 8, 14 e 56 dias de experimento.....	53

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2	Página
Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais.....	23
Tabela 2. Desempenho de poedeiras leves alimentadas com duas fontes de selênio no período de 0 56 dias de experimento.....	27
Tabela 3. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais leves alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de selênio (média dos 2 ciclos de 28 dias).....	29
Tabela 4. Produção de malonaldeído (mg/kg) em gema de ovos e Unidade Haugh de ovos armazenados em diferentes períodos, com e sem refrigeração de poedeiras comerciais leves suplementadas com diferentes fontes de selênio.....	31
Tabela 5. Desdobramento da interação entre dieta e períodos de armazenamento para Unidade Haugh de ovos de poedeiras comerciais leves suplementadas com diferentes fontes de selênio.....	31
Tabela 6. Desdobramento da interação entre ambiente de armazenamento e períodos de armazenamento para Unidade Haugh de ovos de poedeiras comerciais leves suplementadas com diferentes fontes de selênio.....	32
 CAPÍTULO 3	
Tabela 1. Composição percentual e calculada das rações experimentais.....	44
Tabela 2. Efeitos de diferentes fontes de Selênio na concentração de selênio (mg/kg) no ovo e na musculatura (<i>Pectoralis major</i>) e eficiência de transferência de selênio no ovo.....	50
Tabela 3. Valores da atividade enzimática glutathiona peroxidase no sangue, fígado, concentração de Malonaldeido plasmático (TBARS plasmático - μmol de MDA/L) de poedeiras suplementadas com diferentes fontes de selênio.....	54
Tabela 4. Hemograma aos 56 dias de experimento de poedeiras suplementadas com diferentes fontes de selênio.....	56
Tabela 5. Hemograma aos 66 dias de experimento, pós desafio com LPS de <i>E. Coli</i> de poedeiras suplementadas com diferentes fontes de	

	selênio.....	57
Tabela 6.	Valores médios de intermediários reativos de nitrogênio (NO - micromols), e oxigênio (H ₂ O ₂ – nanomols) produzidos por macrófagos peritoneais de poedeiras suplementadas com diferentes fontes de selênio, submetidas ou não ao desafio (lipopolissacarídeo de <i>E. coli</i>).....	58

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUÇÃO.....	2
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Considerações gerais sobre os ovos.....	3
2.2 Antioxidantes.....	5
2.3 Selênio.....	6
2.4 Oxidação Lipídica.....	8
2.5 Selênio e o sistema imune das aves.....	9
3. REFERÊNCIAS.....	11
CAPÍTULO II	17
DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES FONTES DE SELÊNIO.....	18
Resumo.....	18
PERFORMANCE AND EGG QUALITY OF COMMERCIAL LAYING HENS SUPPLEMENTED WITH DIFFERENT SELENIUM SOURCES.....	19
Abstract.....	19
1. INTRODUÇÃO.....	20
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
2.1 Local do experimento e delineamento experimental.....	21
2.2 Animais e delineamento experimental.....	22
2.3 Dietas.....	23
2.4 Características Avaliadas.....	24
Desempenho.....	24
Qualidade de ovos.....	24
Unidade Haugh pós estocagem.....	26
2.5 Análise dos Resultados.....	26
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4. CONCLUSÃO.....	33

5. REFERÊNCIAS.....	33
CAPÍTULO 3.....	39
EFICIÊNCIA DE TRANSFERÊNCIA, BIODISPONIBILIDADE E AÇÃO IMUNOLÓGICA DE DIFERENTES FONTES DE SELÊNIO EM POEDEIRAS SUPLEMENTADAS VIA DIETA.....	40
Resumo.....	40
TRANSFER EFFICIENCY, BIOAVAILABILITY AND IMMUNOLOGICAL ACTION OF DIFFERENT SELENIUM SOURCES IN COMMERCIAL LAYING HENS SUPPLEMENTED DIETS.....	41
Abstract.....	41
1. INTRODUÇÃO.....	42
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	43
2.1 Local do experimento.....	43
2.2 Animais e delineamento experimental.....	44
2.3 Dietas.....	44
2.4 Características Avaliadas.....	45
Análise de selênio em ovos e no músculo do peito (<i>Pectoralis major</i>)	45
Concentração de Malonaldeído Plasmático.....	46
Produção de reativos de oxigênio e nitrogênio por macrófagos peritoneais.....	47
Atividade da enzima glutathiona peroxidase (GPx) no fígado e sangue.....	47
Parâmetros hematológicos e imunológicos.....	48
2.5 Análise dos Resultados.....	49
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
4. CONCLUSÃO.....	59
5. REFERÊNCIAS.....	59
CAPÍTULO 4.....	63
IMPLICAÇÕES.....	64

1. INTRODUÇÃO

A avicultura de postura brasileira experimentou elevado crescimento nos últimos anos e a eficiência produtiva e econômica dessa atividade apresenta constante melhora por meio da exploração do potencial genético apresentado pelas linhagens comerciais, pela evolução nas instalações e ambiência, bem como no bem-estar animal.

De acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal, em 2017 o Brasil produziu mais de 39 bilhões de unidades de ovos, situando-se entre os dez maiores produtores do mundo, sendo 99,74% dos ovos produzidos destinados ao consumo interno, com consumo de aproximadamente 192 ovos per capita por ano, com acréscimo de 29,7% quando comparado ao ano de 2010 (ABPA, 2018).

O Brasil é autossuficiente na produção de ovos para o consumo interno, entretanto, o ovo é considerado meio de cultura favorável para o crescimento de microrganismos patogênicos e, por ser um alimento rico em nutrientes, é altamente perecível, perdendo sua qualidade rapidamente (THERON et al., 2003). Várias reações enzimáticas ocorrem naturalmente no interior dos ovos, sendo a oxidação lipídica a que mais contribui para o decaimento da qualidade interna (GIAMPIETRO et al., 2008). A oxidação lipídica interfere, dessa maneira, na redução da vida de prateleira e valor nutritivo do ovo (SILVA et al., 1999).

Nas gemas, por serem ricas em gorduras, a oxidação lipídica é mais intensa, e aumenta de acordo com o tempo de estocagem do ovo. Sendo assim, ovos mais velhos possuem maiores quantidades de compostos indesejáveis formados pelas reações de oxidação, tais como o malonaldeído, tradicionalmente quantificado pela análise de Espécies Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico, TBARS (GIAMPIETRO et al., 2008).

Com a busca de maiores índices produtivos a seleção genética está cada vez mais apurada, tornando-as menos tolerantes às altas temperaturas, priorizando precocidade reprodutiva em detrimento ao desenvolvimento eficaz dos sistemas ligados à termorregulação, dentre eles o sistema cardiorrespiratório (HAVENSTEIN et al., 2003) (YAHAV et al., 2004). As poedeiras tornaram-se, então, menos eficientes em dissipar calor corporal, podendo levá-las ao estresse térmico (LETERRIER et al., 2009), sendo um motivo de preocupação no território brasileiro, onde a expansão da avicultura se dá em regiões de temperaturas elevadas e alta incidência de radiação solar na maior parte do ano (COLLIN et al., 2012).

O estresse térmico é deletério para o sistema imunológico das aves, causando

distúrbios na homeostase e fisiologia celular. Um dos fatores envolvido nesse processo é a peroxidação lipídica, que aumenta a concentração de radicais livres circulantes, culminando na formação de espécies reativas de oxigênio (E'ROS), causando estresse oxidativo celular (ALTAN et al., 2003).

As espécies reativas, quando formadas, promovem danos às proteínas, carboidratos, lipídios e biomoléculas de DNA (BRUSKOV et al., 2002). Quando o animal apresenta acúmulo excessivo de radicais livres circulantes, o sistema antioxidante fica limitado à sua eliminação (MORALES et al., 2004) (LIN et al., 2008), o que interfere na homeostase e sistemas fisiológicos do animal, interferindo em sua produtividade.

O sistema antioxidante inibe e/ou reduz os danos causados pela ação deletéria dos radicais livres ou das espécies reativas não-radicaais (BARBOSA et al., 2010), este sistema pode ser dividido em dois: sistema enzimático e não enzimático. O sistema enzimático é constituído pelas enzimas superóxido dismutase, catalase, glutathione peroxidase (selênio dependente) e glutathione redutase (MILINKOVIĆ-TUR, 2007); e o sistema não enzimático é constituído pela vitamina E, vitamina C, carotenóides, β -caroteno, glutathione e selênio (YU, 1994).

O selênio destaca-se por ser cofator de mais de 25 selenoproteínas, incluindo-se a glutathione peroxidase (ZHOU et al., 2013). O selênio é considerado elemento traço essencial para a manutenção dos seres vivos, pode ser encontrado em duas formas nas dietas: orgânica e inorgânica. Na forma inorgânica o selenito de sódio é a principal forma utilizada para a suplementação nas dietas de aves (LEESON; SUMMERS, 2001).

Uma vez que o selênio possui diversas funções que contribuem na melhora da saúde e longevidade celular e atua no sistema antioxidante, pesquisas visando obter maiores conhecimentos em relação aos níveis e fontes de selênio para alimentação de poedeiras comerciais são interessantes pois podem propiciar melhorias nos índices zootécnicos, na resposta imunológica e qualidade do produto final, ovo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Considerações gerais sobre os ovos.

Considerado um dos alimentos mais completos, o ovo possui proteínas, gorduras, carboidratos, minerais e vitaminas (RÊGO et al., 2012), sendo altamente nutritivo e digestível para seres humanos.

O ovo é composto principalmente por quatro partes: membrana da casca, casca, gema e albúmen ou clara e, possui outras partes em menor volume como disco

deste mineral pelo animal e melhorias nos índices zootécnicos e qualidade do produto final. A partir dessas informações, o presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho, qualidade de ovos, concentração de malonaldeído plasmático, sistema imunológico, atividade da enzima glutathione peroxidase e concentração de selênio na musculatura e ovos de poedeiras suplementadas com diferentes fontes de selênio.

Capítulo II, denominado “**DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES FONTES DE SELÊNIO**”, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, exceto pelo idioma e posicionamento de tabelas. O objetivo deste trabalho foi analisar parâmetros de qualidade, desempenho, oxidação e qualidade interna de ovos armazenados em diferentes temperaturas de poedeiras comerciais leves suplementadas com diferentes fontes de selênio e ração basal, comparando as fontes para sua substituição.

O Capítulo III, denominado “**EFICIÊNCIA DE TRANSFERÊNCIA, BIODISPONIBILIDADE E AÇÃO IMUNOLÓGICA DE DIFERENTES FONTES DE SELÊNIO EM POEDEIRAS SUPLEMENTADAS VIA DIETA**”, apresenta-se de acordo com as normas para publicação na Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, exceto pelo idioma e posicionamento de tabelas. O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes fontes de selênio e dieta basal de poedeiras leves desafiadas com lipopolissacarídeo de E. coli e não desafiadas sobre as variáveis imunológicas, status antioxidante e análises de concentração de selênio em musculatura e ovos, comparando as fontes para sua substituição

3. REFERÊNCIAS

ABPA-Associação Brasileira de Proteína Animal. (2019). **Relatório anual de 2018**.

ABREU, V. K. G. **Efeito antioxidante do ácido anacárdico na estabilidade da gema de ovo in natura e desidratada, e da carne e mortadela de frango**. 2013. 88 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

ADAMS, C. A. **Nutricines: food components in health and nutrition**. Nottingham University Press, 1999.

ALTAN, Ö. et al. **Effect of heat stress on oxidative stress, lipid peroxidation and some stress parameters in broilers.** British Poultry Science, v. 44, n. 4, p. 545-550, 2003.

BARBOSA, N. A. A. et al. **Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de ambientes.** Ars Veterinaria, v. 24, n. 2, p. 127-133, 2008.

BASTOS, M. C. A. **Bioquímica básica:** introdução a bioquímica dos hormônios, sangue, sistema urinário, processos digestivos, absorptivos e micronutrientes. 2008.

BECKETT, GEOFFREY J.; ARTHUR, JOHN R. **Selenium and endocrine systems.** Journal of endocrinology, v. 184, n. 3, p. 455-465, 2005.

BENITES, C. I.; FURTADO, P. B. S.; SEIBEL, N. F. **Características e aspectos nutricionais do ovo.** In: SOUZ-SOARES, L. A.; SIEWERDT, F. Aves e ovos. Pelotas: UFPEL, 57- 64, 2005.

BENZI, G. **Aerobic performance and oxygen free radicals.** The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, v.33, 205-222, 1993.

BRITO C. **Importância do selênio sobre produção animal e saúde humana.** Art Tec-Pol Nutr. 2007. Disponível em: www.polinutri.com.br/upload/artigo/184.pdf. Acesso em: 04 fev. 2019.

BRUSKOV, V. I. et al. **Heat-induced formation of reactive oxygen species and 8-oxoguanine, a biomarker of damage to DNA.** Nucleic acids research, v. 30, n. 6, p. 1354-1363, 2002.

BAULEZ, M; DUSSERT, L. **Selênio orgânico na nutrição de ruminantes: podemos esperar benefícios além da saúde animal?** 2011. Disponível em: <<https://pt.engormix.com/pecuaria-corte/artigos/nutricao-ruminantes-t37027.htm>>. Acesso em: abril, 2019.

CALDER, P. C.; FIELD, C. J.; GILL, H. S. **Nutrition and immune function.** In: **Fatty Acids, Inflammation and Immunity e Vitamin A, Infection and Immune Function.** Ed.: CAB International. 1º edição. 430 p., 2002.

CANTOR, A. H.; SCOTT, M. L.; NOGUCHI, T. **Biological availability of selenium in feedstuffs and selenium compounds for prevention of exudative diathesis in chicks.** The Journal of Nutrition, v. 105, n. 1, p. 96-105, 1975.

CARD, L. E. and NESHEIM, M. C. **Poultry production.** Philadelphia: Lea & Febiger, 1966. 399 p.

CHAMPE, P. C. **Bioquímica básica.** Rio de Janeiro: UFLA, 2006. 544p.

CHERIAN, G. **Egg quality and yolk polyunsaturated fatty acid status in relation to broiler breeder hen age and dietary n-3 oils.** Poultry Science, v. 87, n. 6, p. 1131-1137, 2008.

COLLIN, A. et al. **Adaptive response of chickens to hot environments induced by**

changing incubation temperature. In: 2012; 24th World Poultry Congress, Salvador de Bahia, BRA, 2012-08-05-2012-08-09, 1-7. 2012.

COSTANTINI, D.; MOLLER, A. P. **Does immune response cause oxidative stress in birds? A meta-analysis.** Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology, v. 153, n. 3, p. 339-344, 2009.

DA SILVA, I. C. M. et al. **Broiler chicken responses to immunological stimuli as mediated by different levels of vitamin E in the diet.** Journal of Applied Poultry Research, v. 18, n. 4, p. 752-760, 2009.

DAVIS, R. H.; FEAR, J. **Incorporation of selenium into egg proteins from dietary selenite.** British poultry science, v. 37, n. 1, p. 197-211, 1996.

DUARTE-ALMEIDA, J. M. et al. **Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de sequestro de radicais DPPH.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 26, n. 2, p. 446-452, 2006.

FIGUEIREDO, D. F. **Efeito do estresse sobre a expressão de hsp70 em embriões e a resposta imune pós-eclosão em frangos de corte.** Tese de Doutorado. Tese. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio De Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2006

FISININ, V. I.; PAPAZYAN, T. T.; SURAI, P. F. **Producing selenium-enriched eggs and meat to improve the selenium status of the general population.** Critical Reviews in Biotechnology, v. 29, n. 1, p. 18-28, 2009.

FRANCO, J. R. G.; SAKAMOTO, M. I. **Qualidade dos ovos: uma visão geral dos fatores que a influenciam.** Revista Ave World, v. 3, n. 16, p. 20-24, 2005.

GABRIELSEN, B. O.; OPSTVEDT, J. **Availability of selenium in fish meal in comparison with soybean meal, corn gluten meal and selenomethionine relative to selenium in sodiumselenite for restoring glutathione peroxidase activity in selenium-depleted chicks.** The Journal of Nutrition, v. 110, n. 6, p. 1096-1100, 1980.

GIAMPIETRO, A. et al. **Estudo da metodologia de TBARS em ovos.** Rev. Avisite, n. 13, p. 18-18, 2008.

HAVENSTEIN, G. B.; FERKET, P. R.; QURESHI, M. A. **Carcass composition and yield of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets.** Poultry Science, v. 82, n. 10, p. 1509-1518, 2003.

KLASING, K. C. **Nutritional modulation of resistance to infectious diseases.** Poultry Science, v. 77, n. 8, p. 1119-1125, 1998.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Minerals.** Nutrition of the chicken, 4th ed. University Books, Guelph, Ontario, Canada, p. 394-397, 2001.

LETERRIER, C. et al. **Effets d'élévations tardives de la température ambiante sur la température corporelle et l'hyperventilation chez le poulet.** 8èmes Journ. Rech.

Avicole, St-Malo, France, v. 31, p. 90-94, 2009.

LIMA, E. S.; ABDALLA, D. S. P. **Peroxidação lipídica: mecanismos e avaliação em amostras biológicas.** Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, v. 37, n. 3, p. 293-303, 2001.

LIN, H. et al. **Dynamic changes in parameters of redox balance after mild heat stress in aged laying hens (*Gallus gallus domesticus*).** Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, v. 147, n. 1, p. 30-35, 2008.

MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. **Revisão: antioxidantes naturais da família lamiaceae. Aplicação em Produtos Alimentícios.** Brazilian Journal of Food Technology, v. 10, n. 2, p. 96-103, 2007.

MILINKOVIĆ-TUR, S. et al. **Effects of fasting and refeeding on the antioxidant system in cockerels and pullets.** Acta Veterinaria Hungarica, v. 55, n. 2, p. 181-189, 2007.

MORALES, A. E. et al. **Oxidative stress and antioxidant defenses after prolonged starvation in *Dentex dentex* liver.** Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, v. 139, n. 1-3, p. 153-161, 2004.

O'KEEFE, S. F.; WANG, H. **Effects of peanut skin extract on quality and storage stability of beef products.** Meat Science, v. 73, n. 2, p. 278-286, 2006.

OLIVEIRA, C. G. R.; **Desenvolvimento de bioprocesso para a produção de biomassa de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) rica em organoselênio.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006, 77f.

ORDÓÑEZ, JUAN A. et al. **Tecnologia de alimentos.** Porto Alegre: Artmed, v. 2, p. 219-239, 2005.

PATON, N. D., CANTOR, A. H., PESCATORE, A. J., FORD, M. J., SMITH, C. A. **The effect of dietary selenium source and level on the uptake of selenium by developing chick embryos.** Poultry Science, v. 81, n. 10, p. 1548-1554, 2002.

PEREIRA, B. **Exercício físico como pró-oxidante.** Revista Paulista de Educação Física, v. 8, p.77-89, 1994.

PEREIRA, J. C. **Nutrição e alimentação: parte específica sais minerais (macro e microelementos).** Boletim dos Criadouros Campo das Caviúnas, n. 18, 10 p. 2005.

PITA, M. C. G. T et al. **Efeito da adição de ácidos graxos insaturados e de vitamina E à dieta de galinhas e seu reflexo na composição lipídica e incorporação de alfa-tocoferol na gema do ovo.** Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, v. 41, n. 1, p. 25-31, 2004.

PODSEDEK, A. **Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review.** LWT-Food Science and Technology, v. 40, n. 1, p. 1-11, 2007.

RÊGO, I. O. P. et al. **Influência do período de armazenamento na qualidade do ovo**

integral pasteurizado refrigerado. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec, v. 64, n. 3, p. 735-742, 2012.

ROEPCKE, C. B. S.; **Desenvolvimento de bioprocesso para produção de biomassa de levedura rica em zinco orgânico.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007, 150f.

SAAD, M. B. **Efeito da suplementação de selênio orgânico na resposta imunológica de frangos de corte.** 2009. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SALDANHA, E.S.P.B. **Efeitos de minerais orgânicos no desempenho e qualidade de ovos e qualidade óssea de poedeiras semi-pesadas no segundo ciclo de produção.** 2008. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2008.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. **Características dos ovos.** Universidade Federal do Espírito Santo-UFES; Pró-reitoria de Extensão-Programa Institucional de Extensão. Boletim Técnico-PIE-UFES: 00707Editado, v. 20, n. 08, 2007.

SEIBEL, N. F. **Transformações bioquímicas durante o processamento do ovo.** In: SouzaSoares, L. A.; Siewerdt, F. **Aves e ovos** (p. 77- 90). UFPEL, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. 2005.

SILVA, Francisco AM; BORGES, M. Fernanda M.; FERREIRA, Margarida A. **Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante.** Química Nova, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.

SILVA, ICM; RIBEIRO, AML. **Interação entre a nutrição e a imunologia em aves.** Avisite Produção Animal-Avicultura, n. 22, p. 18-25, 2009.

SILVA, M. L. C et al. **Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais.** Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SQUIRES, J. E. **Applied Animal Endocrinology.** Cambridger: GABI publishing, 2003, p. 250.

SURAI, P. F. **Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction.** Nottingham: Nottingham University Press, 2002.

SURAI, P. F. et al. **Selenium in nutrition and health.** Nottingham: Nottingham university press, 2006.

THERON, H.; VENTER, P.; LUES, J. F. R. **Bacterial growth on chicken eggs in various storage environments.** Food Research International, v.36, p.969-975, 2003.

UDEN, P.C. et al. Selective detection and identification of Se containing compounds—review and recent developments. **Journal of Chromatography A**, v.1050, p.85–93, 2004

TODD, S.E.; HENDRIKS, W.H. **Comparative selenium metabolism in cats and dogs.** In: LYONS, T.P AND JACQUES, K.A (Eds). Nutrition Biotechnology in the Feed and Food Industries. 2005. Proceedings. Nottingham University Press, p 389-397, 2005

XAVIER, I. M. C. et al. **Qualidade de ovos de consumo submetidos a diferentes condições de armazenamento.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 60, n. 4, p. 953-959, 2008.

YAHAV, S. et al. **Thermal manipulations during broiler chick embryogenesis: effects of timing and temperature.** Poultry Science, v. 83, n. 12, p. 1959-1963, 2004.

YU, B. P. **Cellular defenses against damage from reactive oxygen species.** Physiological reviews, v. 74, n. 1, p. 139-162, 1994.

ZELENKA, J.; FAJMONOVA, E. **Effect of age on utilization of selenium by chickens.** Poultry Science, v. 84, n. 4, p. 543-546, 2005.

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

DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES FONTES DE SELÊNIO

RESUMO: Para avaliar os efeitos de diferentes fontes de selênio nos parâmetros produtivos e qualidade dos ovos, foram utilizadas 150 poedeiras da linhagem Dekalb White de 35 semanas de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com 3 tratamentos e 10 repetições cada: Dieta controle (DC); DC + Selenito de Sódio (0,2 mg de Se/kg de ração) e DC + Levedura Selenizada (0,2 mg de Se/kg de ração). Foram avaliadas as variáveis de desempenho e qualidade de ovos em dois ciclos de 28 dias. Para determinação da qualidade de ovos em duas condições de armazenamento (ambiente e refrigeração), foi avaliada a Unidade Haugh nos dias 7, 14, 21, 28 dias pós-armazenamento dos ovos. Os dados foram submetidos a ANOVA seguida de teste de médias de Tukey (5%). As diferentes fontes de selênio quando suplementadas na alimentação de poedeiras comerciais não afetaram os parâmetros de desempenho e qualidade dos ovos, exceto para Unidades Haugh, no qual foi observada interação ($P < 0,05$) entre dieta x período de armazenamento e período x ambiente de armazenamento. O armazenamento dos ovos em temperatura ambiente não é uma forma eficaz em preservar a qualidade interna do ovo, sendo a refrigeração a melhor alternativa para manter a sua qualidade.

Palavras-chave: antioxidante, nutrição, poedeiras, selênio.

**PERFORMANCE AND EGG QUALITY OF COMMERCIAL LAYING HENS
SUPPLEMENTED WITH DIFFERENT SELENIUM SOURCES**

ABSTRACT: To evaluate the effects of different selenium sources on the productive parameters and egg quality, 150 Dekalb White laying hens at 35 weeks of age were distributed in a completely randomized design with 3 treatments and 10 repetitions each: Control diet (CD); CD + Sodium Selenite (0.2 mg Se / kg of feed) and CD + Selenized Yeast (0.2 mg Se / kg of feed). The performance and egg quality variables were evaluated in two 28-day cycles. To determine egg quality in two storage conditions (room temperature and refrigeration) the Haugh units were evaluated on days 7, 14, 21, 28 after egg storage. The data were submitted to ANOVA followed by Tukey means test (5%). The different sources of selenium when supplemented in the diet of commercial laying hens did not affect egg quality and performance parameters, except for Haugh Units, in which interaction ($P < 0.05$) was observed between diet x storage period and period x storage environment. The storage of eggs at room temperature is not an effective way to preserve the internal quality of the egg, and refrigeration is the best alternative to maintain its quality.

Key words: antioxidant, laying hens, nutrition, selenium.

1. INTRODUÇÃO

O segmento de postura comercial encontra-se em franca expansão no mercado nacional, e pesquisas que tragam melhor eficiência alimentar e aproveitamento de nutrientes das dietas, buscando ajustes nutricionais adequados na criação de poedeiras modernas, são fundamentais na manutenção da rentabilidade do setor. Dentre os elementos fundamentais numa boa formulação encontram-se os minerais, que demonstraram atuação em uma série de processos fisiológicos e metabólicos (GERALDO et al., 2012)

A aceitação do ovo pelo consumidor passa pelos atributos de sua qualidade interna, que não somente proporcionam características organolépticas adequadas, como odor, cor, sabor e aspecto visual, bem como são influenciados diretamente pela higiene no processo produtivos, como limpeza e integridade da casca (MENDES, 2010). A idade do ovo, temperatura de armazenamento e período de armazenamento ainda são fatores que influenciam na durabilidade e vida de prateleira do produto (BERARDINELLI et al., 2003).

De maneira semelhante, a nutrição adequada da poedeira influi diretamente na qualidade do produto ovo. Os minerais fornecidos via dieta depositam-se e participam de uma série de processos metabólicos e bioquímicos não somente no organismo da poedeira, mas também nos produtos de sua postura (MABE et al., 2003).

O estresse oxidativo ocorre naturalmente em sistemas intensivos de produção e suas consequências envolvem a queda de desempenho (EDENS & SEFTON, 2016). Os ovos in natura possuem grandes quantidades de ácidos graxos insaturados, tornando-os menos estáveis ao processo de oxidação lipídica, o que limita sua capacidade de conservação (PITA et al., 2004).

As pesquisas que envolvem o selênio têm foco principal no sistema antioxidante

dos organismos, devido à sua essencialidade no complexo glutathiona peroxidase. A glutathiona peroxidase preserva as membranas lipídicas das células e outros constituintes contra ação oxidativa nos ácidos graxos que os compõem (JOKIĆ et al., 2009). A concentração e deposição de selênio no ovo é diretamente proporcional à sua inclusão nas dietas, e esse aumento dos níveis de selênio nos ovos proporciona estabilidade na qualidade interna dos ovos armazenados (DAVIS; FEAR, 1996; FRANCO; SAKAMOTO, 2005).

A inclusão de fontes de minerais orgânicos nas dietas permite que esta seja feita em concentrações mais baixas (0,1 mg/kg), devido à sua maior biodisponibilidade, melhorando o desempenho animal e reduzindo o impacto das excreções de minerais ao meio ambiente. Além disso, a utilização de fontes orgânicas pode elucidar a complexa participação dos minerais em inúmeros processos metabólicos e sistemas enzimáticos que participam (ELKHAIREY et al., 2015).

Uma vez que o selênio possui diversas funções que melhoram a saúde e longevidade celular, torna-se necessário obter maior conhecimento sobre as fontes de selênio que podem ser utilizadas na formulação de dietas para poedeiras e seus efeitos no organismo e produtividade, buscando alcançar máximo aproveitamento deste elemento pelo animal e melhorias nos índices zootécnicos e na qualidade dos ovos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do experimento e delineamento experimental:

O experimento foi conduzido na UNESP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, na Câmara Bioclimática do Laboratório de Nutrição de Aves (LabAves). Todos os procedimentos experimentais utilizados foram submetidos à avaliação pela Comissão de Ética no Uso de Animais desta Instituição (Protocolo CEUA

observaram que o peso dos ovos e unidades Haugh foram reduzidos em função do tempo e da maior temperatura do ambiente de armazenamento.

Vários pesquisadores atribuem a diminuição da unidade Haugh em função do tempo de armazenamento ao aumento no pH, consequência da perda de CO₂ pela casca, que causa alterações no complexo lisozima-ovomucina, responsável da consistência gelatinosa da albumina (Akyurek; Okur, 2009; Englmaierová; Tumová, 2009; Aboonajmi et al., 2010; Jin et al., 2011; Menezes et al., 2012); levando a degradação da albumina e fazendo com que ela fique mais líquida e, conseqüentemente, reduzindo a altura do albúmen.

4. CONCLUSÃO

A utilização de diferentes fontes de selênio na suplementação da dieta de poedeiras comerciais não influencia o desempenho e qualidade de ovos no período experimental de 56 dias e não altera a qualidade dos ovos armazenados por um período de 28 dias, independente da temperatura de armazenamento. O armazenamento dos ovos em temperatura ambiente não é uma forma eficaz para preservar a qualidade interna dos ovos, sendo que a melhor alternativa é manter os ovos refrigerados.

5. REFERÊNCIAS

ABOONAJMI, M., AKRAM, A., NISHIZU, T., KONDO, N., SETAREHDAN, S. K., & RAJABIPOUR, A. An ultrasound based technique for the determination of poultry egg quality. **Research in Agricultural Engineering**, v. 56, n. 1, p. 26-32, 2010.

AKYUREK, H.; OKUR, A. A. Effect of storage time, temperature and hen age on egg quality in free-range layer hens. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 8, n. 10, p. 1953-1958, 2009.

ALJAMAL, A. A.; MASA'DEH, M. K.; SCHEIDELER, S. E. Vitamin E and selenium supplementation in laying hens. In: **Poultry Science**. 1111 N DUNLAP AVE, SAVOY, IL 61874-9604 USA: POULTRY SCIENCE ASSOC INC, p. 50-50. 2008.

ARPÁŠOVÁ, H., PETROVIČ, V., MELLEN, M., KAČÁNIOVÁ, M., ČOBANOVÁ, K., LENG, L. The effects of supplementing sodium selenite and selenized yeast to the

diet for laying hens on the quality and mineral content of eggs. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 18, p. 90-100, 2009.

BARBOSA, N. A. A., SAKOMURA, N. K., MENDONÇA, M. D. O., FREITAS, E. R., FERNANDES, J. B. K. Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de ambientes. **Ars Veterinaria**, v. 24, n. 2, p. 127-133, 2009.

BENNETT, D. C; CHENG, K. M. Selenium enrichment of table eggs. **Poultry science**, v. 89, n. 10, p. 2166-2172, 2010.

BERARDINELLI, A., DONATI, V., GIUNCHI, A., GUARNIERI, A., RAGNI, L. Effects of transport vibrations on quality indices of shell eggs. **Biosystems Engineering**, v. 86, n. 4, p. 495-502, 2003.

CHANTIRATIKUL, A; CHINRASRI, O; CHANTIRATIKUL, P. Effect of selenium from selenium-enriched kale sprout versus other selenium sources on productivity and selenium concentrations in egg and tissue of laying hens. **Biological trace element research**, v. 182, n. 1, p. 105-110, 2018.

CHINRASRI, O., CHANTIRATIKUL, P., THOSAIKHAM, W., ATIWETIN, P., CHUMPAWADEE, S., SAENTHAWEESUK, S., CHANTIRATIKUL. Effect of selenium-enriched bean sprout and other selenium sources on productivity and selenium concentration in eggs of laying hens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 22, n. 12, p. 1661-1666, 2009.

CORREIA, G. M. G., TAKATA, F. N., MEDEIROS, J. P., BARROS, A. C. S., AGUIAR, J. F. C., EVÊNCIO NETO, J. Efeito do tempo de armazenamento sobre a qualidade de ovos de aves tratadas com selênio orgânico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p. 1440-1445, 2000

CRUZ, F. K. D., GARCIA, E. R. D. M., FERRAZ, A. L. J., SOUZA, K. M. R. D., FELICIANO, W. B., ROHOD, R. V. Quality and stability of eggs from laying hens fed with organic minerals and lycopene. **Ciência Rural**, v. 46, n. 1, p. 157-162, 2016.

DAVIS, R.H.; FEAR, J. Incorporation of selenium into egg proteins from dietary selenite. **British Poultry Science**, Harlow, v. 37, p. 197-211, 1996.

EGG grading manual. Washington: USDA, 2000. 56p. (Agricultural Handbook, 75)
ELKHAIREY, M. A. E; YAO, J.; ISHAG, H. Z. A; ELHASHMI, Y. H. A. Effect of Dietary Zinc and Manganese on Performance, Skin Quality and Meat Quality of Broilers: **A review**. **Veterinaria**, v. 3, n.2, p. 1-4, 2015.

ENGLMAIEROVÁ, M; TŮMOVÁ, E. The effect of housing system and storage time on egg quality characteristics. In: 19th European Symposium on Quality of Poultry Meat, 13th European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, Proceedings, **World Poultry Science Association**, Turku, Finland. 2009. p. 21-25.

FDA, U. S. Food additives permitted in feed and drinking water of animals. Methyl esters of higher fatty acids. **Code of Federal Regulations**, Title, v. 21, 2003.

FERNANDEZ, I. B.; TRAVA, C. M., CRUZ, V. C. Efeito da adição de minerais Selênio e Zinco orgânicos no desempenho de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais**. Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009.

FRANCO, J.R.G.; SAKAMOTO, M.I. Qualidade de ovos: uma visão geral dos fatores que a influenciam. **Ave World**, v,3, n.16, 2005.

GERALDO, A., PINTO, D. M., BRITO, J. A., BERNARDES, M. H., SILVA JUNIOR, A. L., & MACHADO, L. C. Diferentes programas de suplementação de microminerais para poedeiras semipesadas em primeiro ciclo de produção. **Arquivos de Pesquisa Animal**, v.1, p.48-57, 2012

GIAMPIETRO, A; SCATOLINI, A.M; BOIAGO, M.M; CORÓ, D.M.O; SOUZA, H.B.A; DE SOUZA, P.A; LIMA, T.M.A; PIZZOLANTE, C.C. Estudo da metodologia de TBARS em ovos. **Revista. Avisite**, n. 13, p. 18-18, 2008.

HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**, v.43, p.552-555, 1937.

INVERNIZZI, G., AGAZZI, A., FERRONI, M., REBUCCI, R., FANELLI, A., BALDI, A., DELL'ORTO, V., SAVOINI, G. Effects of inclusion of selenium-enriched yeast in the diet of laying hens on performance, eggshell quality, and selenium tissue deposition. **Italian Journal of Animal Science**, v. 12, n. 1, p. e1, 2013.

JIN, Y.H., K.T. LEE, W.I. LEE, Y.K. HAN. Effects of storage temperature and time on the quality of eggs from laying hens at peak production. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 24, n. 2, p. 279-284, 2011.

JLALI, M. et al. Effect of 2-hydroxy-4-methylselenobutanoic acid as a dietary selenium JLALI, M., BRIENS, M., ROUFFINEAU, F., MERCERAND, F., GERAERT, P. A., MERCIER, Y. Effect of 2-hydroxy-4-methylselenobutanoic acid as a dietary selenium supplement to improve the selenium concentration of table eggs. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 4, p. 1745-1752, 2013.

JOKIĆ, Z.; PAVLOVSKI, Z; MITROVIĆ, S.; DERMANOVIĆ, V. The effect of different levels of organic selenium on broiler slaughter traits. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v. 25, n. 1-2, p. 23-33, 2009.

JUNG, S., JO, C. R., KANG, M. G., AHN, D. U., NAM, K. C. Elucidation of antioxidant activity of phosvitin extracted from egg yolk using ground meat. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**, v. 32, n. 2, p. 162-167, 2012.

LATSHAW, J.D.; OSMAN, M. Distribution of selenium in egg white and yolk after feeding normal and synthetic selenium compounds. **Poultry Science**. v.54, p.1244-1252, 1975.

LEANDRO, N. S. M., DEUS, H. A. B. D., STRINGHINI, J. H., CAFÉ, M. B., ANDRADE, M. A., CARVALHO, F. B. D.. Aspectos de qualidade interna e externa de

ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na região de Goiânia. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 2, p. 71-78, 2005.

MABE, I., RAPP, C., BAIN, M. M., NYS, Y. Supplementation of a corn-soybean meal diet with manganese, copper, and zinc from organic or inorganic sources improves eggshell quality in aged laying hens. **Poultry Science**, v. 82, n. 12, p. 1903-1913, 2003.
MANEJO DAS POEDEIRAS DEKALB WHITE – **Modelo de Revisão 05**, 2009.

MENDES, F. R. **Qualidade física, química e microbiológica de ovos lavados armazenados sob duas temperaturas e experimentalmente contaminados com *Pseudomonasaeruginosa***. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

MENEZES, P. C. D., LIMA, E. R. D., MEDEIROS, J. P. D., OLIVEIRA, W. N. K. D., EVÊNCIO-NETO, J. Egg quality of laying hens in different conditions of storage, ages and housing densities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 9, p. 2064-2069, 2012.

MOHITI-ASLI, M.; SHARIATMADARI, F.; LOTFOLLAHIAN, H. The influence of dietary vitamin E and selenium on egg production parameters, serum and yolk cholesterol and antibody response of laying hen exposed to high environmental temperature. **Archiv für Geflügelkunde**, v. 74, n. 1, p. 43-50, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) et al. Nutrient requirements of poultry: 1994. **National Academies Press**, 1994.

OLMEDO, RUBEN; NEPOTE, VALERIA; GROSSO, NELSON RUBEN. Antioxidant activity of fractions from oregano essential oils obtained by molecular distillation. **Food chemistry**, v. 156, p. 212-219, 2014.

PAN, C., HUANG, K., ZHAO, Y., QIN, S., CHEN, F., HU, Q. Effect of selenium source and level in hen's diet on tissue selenium deposition and egg selenium concentrations. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 3, p. 1027-1032, 2007.

PAN, C., ZHAO, Y., LIAO, S. F., CHEN, F., QIN, S., WU, X., HONG, Z., HUANG, K. Effect of selenium-enriched probiotics on laying performance, egg quality, egg selenium content, and egg glutathione peroxidase activity. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 59, n. 21, p. 11424-11431, 2011.

PAN, E. A., RUTZ, F., DIONELLO, N. J., ANCIUTI, M., KRABBE, E. L. Desempenho de poedeiras semipesadas arraçadas com a suplementação de selênio orgânico. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 16, n. 1-4, 2010.

PATON, N.D.; CANTOR, A.H. Effects of dietary selenium source and storage on internal quality and shell strength of eggs. **Poultry Science**. v.70, n.1, p.116, 2000.

PAYNE, R. L.; LAVERGNE, T. K.; SOUTHERN, L. L. Effect of inorganic versus organic selenium on hen production and egg selenium concentration. **Poultry Science**, v. 84, p. 232- 237, 2005.

PITA, M. C. G., NETO, E. P., NAKAOKA, L. M., DE MENDONÇA JUNIOR, C. X. Efeito da adição de ácidos graxos insaturados e de vitamina E à dieta de galinhas e seu reflexo na composição lipídica e incorporação de alfa-tocoferol na gema do ovo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, n. 1, p. 25-31, 2004.

ROSTAGNO, H. S. ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. Departamento de Zootecnia-UFV, Viçosa, MG, BR, 2017.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Departamento de Zootecnia-UFV, Viçosa, MG, BR, 2011.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: FUNEP, 2016. 21p.

SANTOS, M. D. S. V. D., ESPÍNDOLA, G. B., LÔBO, R. N. B., FREITAS, E. R., GUERRA, J. L. L., SANTOS, A. B. E. Effect of temperature and storage of eggs. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 3, p. 513-517, 2009.

SCHEIDELER, S. E.; WEBER, P.; MONSALVE, D. Supplemental vitamin E and selenium effects on egg production, egg quality, and egg deposition of α -tocopherol and selenium. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 19, n. 4, p. 354-360, 2010.

SECHINATO A.S.; ALBUQUERQUE R.; NAKADA S. Efeito da suplementação dietética com micro minerais orgânicos na produção de galinhas poedeiras. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 2, p. 159-166, 2006.

SEO, T. C., SPALLHOLZ, J. E., YUN, H. K., KIM, S. W. Selenium-enriched garlic and cabbage as a dietary selenium source for broilers. **Journal of medicinal food**, v. 11, n. 4, p. 687-692, 2008.

SKŘIVAN, M., MAROUNEK, M., ENGLMAIEROVÁ, M., & SKŘIVANOVÁ, V. Influence of dietary vitamin C and selenium, alone and in combination, on the performance of laying hens and quality of eggs. **Czech Journal of Animal Science**, v. 58, n. 2, p. 91-97, 2013.

STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J.; SLEIGH, R. **Egg Science and Technology**. Trends in Food Science and Technology, v.7, n.10, p.341, 1996.

SURAI, P.F. **Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction**. 1.ed., Nottingham, UK: Nottingham University Press, 2002.

UBABEF - **Aviculturabrasil** - União Brasileira de Avicultura (UBABEF) - nº 1, 2012
UTTERBACK, P. L.; PARSONS, C. M.; YOON, I. Effect of supplementing selenium yeast in diets of laying hens on egg selenium content. **Poultry Science**, v. 84, n. 12, p. 1900-1901, 2005.

VÉRAS, A. L., VELLOSO, C., MATIOTTI, T. G., FARIA, T. C. Avaliação da qualidade interna de ovos armazenados em dois ambientes em diferentes tempos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 5, p. 55, 2000.

VICENZI, E. Fadiga de gaiola e qualidade da casca do ovo: aspectos nutricionais. **Simpósio Técnico de Produção de Ovos**, v. 6, p. 77-91, 1996.

**EFICIÊNCIA DE TRANSFERÊNCIA, BIODISPONIBILIDADE E AÇÃO
IMUNOLÓGICA DE DIFERENTES FONTES DE SELÊNIO EM POEDEIRAS
SUPLEMENTADAS VIA DIETA**

RESUMO: Para avaliar os efeitos de fontes de selênio na imunidade das aves e concentração de selênio na musculatura (*Pectoralis major*) e nos ovos, 150 poedeiras da linhagem Dekalb White aos 35 semanas de idade foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em 3 tratamentos com 10 repetições: Dieta controle (DC); DC + Selenito de Sódio (0,2 mg de Se/kg de ração) e DC + Levedura Selenizada (0,2 mg de Se/kg de ração). A quantificação de selênio foi realizada nos ovos e na musculatura. A determinação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foi realizada no plasma e a atividade da glutathione peroxidase foi determinada no fígado e no sangue. Hemograma completo com diferencial de leucócitos e produção de reativos de oxigênio e nitrogênio por macrófagos peritoneais foi realizado pós desafio com lipopolissacarídeo. Foi observada maior concentração de Se nos ovos das aves alimentadas com Se orgânico ($P < 0,05$) em comparação aos ovos das aves que receberam selenito de sódio e dieta controle. Este mesmo efeito ocorreu na concentração de Se no músculo. TBARS no plasma e produção de óxido nítrico e peróxido de hidrogênio não foram influenciados por dietas. A atividade de glutathione peroxidase no sangue pós período experimental e no fígado pós desafio diferiram entre tratamentos ($P < 0,05$). A utilização de diferentes fontes de selênio na suplementação da dieta de poedeiras comerciais não exerce influência na resposta imunológica das aves, em contrapartida, as fontes orgânicas proporcionam melhor atividade do sistema antioxidante e na concentração e eficiência de transferência do mineral.

Palavras-chave: antioxidante, nutrição, poedeiras, selênio, imunologia

**TRANSFER EFFICIENCY, BIOAVAILABILITY AND IMMUNOLOGICAL
ACTION OF DIFFERENT SELENIUM SOURCES IN COMMERCIAL LAYING
HENS SUPPLEMENTED DIETS**

ABSTRACT: To evaluate the effects of selenium sources on birds immunity and selenium concentration on the musculature (*Pectoralis major*) and eggs, 150 Dekalb White laying hens at 35 weeks of age were distributed in a completely randomized design in 3 treatments with 10 repetitions: Control diet (CD); CD + Sodium Selenite (0.2 mg Se / kg of feed) and CD + Selenized Yeast (0.2 mg Se / kg of feed). Selenium quantification was performed on eggs and musculature. The thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) determination was performed in blood plasma and the glutathione peroxidase activity was determined in the liver and blood. Complete blood count with leukocytes differential and production of oxygen and nitrogen reactives by peritoneal macrophages was performed after challenge with lipopolysaccharide. A higher concentration of Se was observed in the eggs of birds fed organic Se ($P < 0.05$) compared to the eggs of birds that received sodium selenite and control diet. This same effect occurred in Se concentration in the muscle. TBARS in plasma and production of nitric oxide and hydrogen peroxide were not influenced by diets. The glutathione peroxidase activity in the blood post experimental period and in liver post challenge differed between treatments ($P < 0.05$). The use of different selenium sources in the dietary supplementation of commercial laying hens does not influence the immune response of the birds, in contrast, organic sources provide better antioxidant system activity, concentration and transfer efficiency of the mineral.

Key words: antioxidant, immunology, laying hens, nutrition, selenium,

1 INTRODUÇÃO

A sanidade avícola e o desenvolvimento da nutrição animal são dois fatores que estão interligados, sendo assim, o fornecimento dos nutrientes na dieta deve suprir as exigências para o bom desenvolvimento e máxima produtividade de carne e ovos, bem como estimular e promover a saúde das aves, tão necessária para enfrentar os desafios encontrados no campo inerentes à produção intensiva (CARDOSO, 2004)

Diante de diversos fatores que influenciam na homeostase dos sistemas antioxidante e imune, as aves necessitam de alternativas de defesa contra a invasão de patógenos. Assim a imunonutrição é um dos segmentos que atrai cada vez mais a atenção dos profissionais do mercado avícola sendo que, diversas pesquisas já elucidaram os efeitos de vitaminas, minerais e aminoácidos sobre a imunidade humoral e celular das aves (CARDOSO, 2004).

A biodisponibilidade do selênio está interligada à sua estrutura física e a fonte mais utilizada para suplementação na alimentação animal é a forma inorgânica, o selenito de sódio. Já, a forma orgânica encontra-se como selênio levedura e selênio-metionina (MINISTRY OF AGRICULTURE, 2008), obtidos por processo de incorporação de Se em substituição ao enxofre na metionina ou cisteína formando selenometionina e selenocisteína, respectivamente (RUTZ et al., 2005).

A selenometionina é absorvida como aminoácido pelos enterócitos por transporte ativo e este processo é muito similar ao que ocorre com a metionina em todos os segmentos do intestino delgado. A selenometionina, por sua vez, ocupa o lugar da metionina na síntese proteica permanecendo armazenada nos músculos e nos tecidos. Já, o selenito de sódio é absorvido como os outros minerais de maneira passiva, mais eficientemente no íleo; entretanto, grande parte é excreta na urina (SURAI, 2002).

A deficiência de selênio pode ocasionar diversas patologias, causando alterações

histológicas em vários tecidos, incluindo órgãos imunes, tais como a bursa, o timo e o baço (MARSH et al., 1986), tornando o animal mais suscetível às doenças infecciosas e aumentando o estresse bioquímico em resposta à colonização de patógenos (SMITH et al., 2011).

O selênio exerce papel fundamental no sistema antioxidante. Existem três enzimas que estão ligadas à linha de defesa antioxidante das aves: superóxido dismutase, glutathiona peroxidase (GSH-Px selênio dependente) e catalase. Após o esclarecimento da dependência da glutathiona peroxidase em relação ao selênio, esse mineral entrou em foco nos estudos de nutrição, afim de esclarecer seu papel no metabolismo (SINGH et al., 2006).

Uma vez que o selênio possui diversas funções que melhoram a saúde e longevidade celular, torna-se necessário elucidar sua metabolização em diversas fontes de suplementação na formulação de dietas para poedeiras e seus efeitos no organismo, nos sistemas imunológico e antioxidante, além de seu potencial de armazenamento e biodisponibilidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido na UNESP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, na Câmara Bioclimática do Laboratório de Nutrição de Aves (LabAves). Todos os procedimentos experimentais utilizados foram submetidos à avaliação pela Comissão de Ética no Uso de Animais desta Instituição (Protocolo CEUA 0029/2018).

adultos, mostrando que as fontes e os níveis de selênio utilizados não influenciaram a produção de espécies reativas do oxigênio (ROS) por neutrófilos.

Em estudos com camundongos, Prabhu et al. (2002) encontraram maiores níveis de reativos de nitrogênio (NO) no tratamento com baixa inclusão de selênio, sendo que resultado é diferente do encontrado no presente estudo para as aves não desafiadas, nas quais os valores de NO não foram influenciados pela suplementação com selênio.

4 CONCLUSÃO

A suplementação de selênio (0,2 mg Se/kg ração) na dieta de poedeiras comerciais não exerce influência na resposta hematológica e imunológica da aves, mas melhora a atividade do sistema antioxidante, efeito benéfico para a saúde das poedeiras. A fonte orgânica de selênio aumenta a deposição de Se na musculatura e nos ovos e proporciona maior eficiência de transferência do mineral para os ovos, indicando vantagens no uso do Se de fonte orgânica em relação à sua fonte inorgânica comumente mais utilizada.

5 REFERÊNCIAS

AHMAD, H., TIAN, J., WANG, J., KHAN, M. A., WANG, Y., ZHANG, L., WANG, T. 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**,

BERTECHINI, A. G. **Exigências de minerais para aves**. In: SAKOMURA, N.K. et al. *Nutrição de Não Ruminantes*. Jaboticabal: Funep. 2014.

BUEGE, J. A.; AUST, S. D. **Microsomal lipid peroxidation**. *Methods in Enzymology*, Pasadena, v.52, p.302-310, 1978.

CARDOSO, A.L.S.P. **Influência de níveis de zinco e vitamina E, isolados e associados, sobre o desempenho e a resposta imunológica humoral em frangos de corte**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2004.

CHEN, G.; WU, J.; LI, C. The effect of different selenium levels on production performance and biochemical parameters of broilers. **Italian Journal of Animal Science**, v. 12, n. 4, p. e79, 2013.

DAZA, A., SALADO, S., GÁLVEZ, J.F., GUTIÉRREZ-BARQUÍN, M. Efecto de la suplementación con vitamina E y Selenio sobre el sistema inmune, parâmetros hematológicos y parâmetros productivos de lechones recién destetados. *Invest. Agr.: Produção. Sanidade. Animal.*, vol. 15, n. 1-2, 2000.

FELLENBERG, M. A.; SPEISKY, H. Antioxidants: their effects on broiler oxidative stress and its meat oxidative stability. *World's Poultry Science Journal*, v. 62, n. 1, p. 53-70, 2006.

FLOHÉ, L.; GÜNZLER, W.A. Assays of glutathione peroxidase. In: *Methods in enzymology*. Academic Press, p. 114-120, 1984

GAWEŁ, S., et al. Malondialdehyde (MDA) as a lipid peroxidation marker. *Wiadomosci lekarskie* (Warsaw, Poland: 1960), v. 57, n. 9-10, p. 453-455, 2004.

GOMES, F. A., BERTECHINI, A. G., DARI, R. L., BRITO, J. A., FASSANI, E. J., RODRIGUES, P. B., SILVA, L. A. Efeito de fontes e níveis de selênio sobre parâmetros fisiológicos em frangos de corte. *Arquivo. Brasileiro. de Medicina. Veterinária e. Zootecnia.*, v. 63, n. 3, p. 633-640, 2011.

GREEN, L.C. et al. Analysis of nitrate, nitrite and (15N) nitrate in biological fluids. *Anal. Biochem.*, v. 126, 131-133. 1982

HAN, X. J., QIN, P., LI, W. X., MA, Q. G., JI, C., ZHANG, J. Y., ZHAO, L. H. Effect of sodium selenite and selenium yeast on performance, egg quality, antioxidant capacity, and selenium deposition of laying hens. *Poultry Science*, v. 96, n. 11, p. 3973-3980, 2017.

JIANG, Z., LIN, Y., ZHOU, G., LUO, L., JIANG, S.; CHEN, F. Effects of dietary selenomethionine supplementation on growth performance, meat quality and antioxidant property in yellow broilers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 57, n. 20, p. 9769-9772, 2009.

JLALI, M., BRIENS, M., ROUFFINEAU, F., MERCERAND, F., GERAERT, P. A., MERCIER, Y. Effect of 2-hydroxy-4-methylselenobutanoic acid as a dietary selenium supplement to improve the selenium concentration of table eggs. *Journal of Animal Science*, v. 91, n. 4, p. 1745-1752, 2013.

LARSEN, C.T.; PIERSON, F.W.; GROSS, W.B. Effect of dietary selenium on the response of stressed and unstressed chickens to *Escherichia coli* challenge and antigen. *Biological trace element research*, v. 58, n. 3, p. 169-176, 1997.

LEESON, S. et al. Comparison of selenium levels and sources and dietary fat quality in diets for broiler breeders and layer hens. *Poultry Science*, v. 87, n. 12, p. 2605-2612, 2008.

LESKOVEC, J., LEVART, A., NEMEC SVETE, A., PERIĆ, L., ĐUKIĆ STOJČIĆ, M., ŽIKIĆ, D. REZAR, V. Effects of supplementation with α -tocopherol, ascorbic acid, selenium, or their combination in linseed oil-enriched diets on the oxidative status in broilers. *Poultry Science*, v. 97, n. 5, p. 1641-1650, 2018.

MANEJO DAS POEDEIRAS DEKALB WHITE – **Modelo de Revisão 05**, 2009.

MARSH, J. A.; COMBS JR., G. F.; WHITRAKE, M. E.; DIERTERT, R. R. Effect of selenium and vitamin E dietary deficiencies on chicken lymphoid organ development. **Proceedings Society Experimental Biology Medical**, v. 166, p. 228-230, 1986.

MINISTRY OF AGRICULTURE. Ministry of Agriculture of People's Republic of China Bulletin. **Approved feed additives**. 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) et al. Nutrient requirements of poultry: 1994. **National Academies Press**, 1994.

PAGLIA, D.E.; VALENTINE, W.N. Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. **The Journal of Laboratory and Clinical Medicine**, v. 70, n. 1, p. 158-169, 1967.

PAN, C., HUANG, K., ZHAO, Y., QIN, S., CHEN, F., HU, Q. Effect of selenium source and level in hen's diet on tissue selenium deposition and egg selenium concentrations. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 3, p. 1027-1032, 2007.

PICK, E.; MIZEL, D. Rapid microassay for measurement of superoxide and hydrogen Peroxide produced by macrophages in culture using an automatic enzyme Immunoassay reader. **Journal of Immunological Methods**, v. 46, p. 211-226, 1981.

PISEK, L., TRAVNICEK, J., SALAT, J., KROUPOVA, V., SOCH, M. Changes in white blood cells in sheep blood during selenium supplementation. **Veterinarni Medicina-Praha**, v. 53, n. 5, p. 255, 2008.

PRABHU, K. S. et al. Selenium deficiency increases the expression of inducible nitric oxide synthase in RAW 264.7 macrophages: role of nuclear factor- κ B in up-regulation. **Biochemical Journal**, v. 366, n. 1, p. 203-209, 2002.

PUTAROV, T. C. **Ações antioxidantes e imunológicas do selênio em cães**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu. 2014.

ROSTAGNO, H. S. ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. Departamento de Zootecnia-UFV, Viçosa, MG, BR, 2017.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Departamento de Zootecnia-UFV, Viçosa, MG, BR, 2011.

RUSSO, M.; TEIXEIRA, H.C.; MARCONDES, M.C. Superoxide-independent hydrogen peroxide release by macrophages. **Brazilian Journal of medical and Biological research** Brazil. J. of Med. and Biolog. Res., v. 22, p. 1271-1273, 1989.

RUTZ, F.; ANCIUTI, M. A., RECH, J. L.; RECH, C. L. S.; ROSSI, P. Impacto da utilização de minerais orgânicos sobre o metabolismo e desempenho das aves. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. **Trabalhos de Pesquisa...** Santos: FACTA, 2005.

SAAD, M. B. **Efeito da suplementação de selênio orgânico na resposta imunológica de frangos de corte.** 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009

SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não-ruminantes.** Jaboticabal: FUNEP; 2014.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** Jaboticabal: FUNEP, 2016. 21p.

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

SINGH, H.; SODHI, S.; KAUR, R. Effects of dietary supplements of selenium, vitamin E or combinations of the two on antibody responses of broilers. **British Poultry Science,** v. 47, n. 6, p. 714-719, 2006.

SMITH, ALLEN D.; BOTERO, S., SHEA-DONOHUE, T; URBAN, J. F. The pathogenicity of an enteric *Citrobacter rodentium* infection is enhanced by deficiencies in the antioxidants selenium and vitamin E. **Infection and Immunity,** v. 79, n. 4, p. 1471-1478, 2011.

STEFANOWICZ, F. A., TALWAR, D., O'REILLY, D. S., DICKINSON, N., ATKINSON, J., HURSTHOUSE, A. S.; DUNCAN, A. Erythrocyte selenium concentration as a marker of selenium status. **Clinical nutrition,** v. 32, n. 5, p. 837-842, 2013.

SURAI, P.F. et al. **Selenium in nutrition and health.** Nottingham: Nottingham University Press, 2006.

SURAI, P.F. **Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction.** 1.ed., Nottingham, UK: Nottingham University Press, 2002