

PASCOAL FUNARI JUNIOR

**Efeitos de diferentes fontes e níveis de selênio sobre o desempenho
e a imunidade humoral de frangos de corte**

Pirassununga
2008

PASCOAL FUNARI JUNIOR

Efeitos de diferentes fontes e níveis de selênio sobre o desempenho e a imunidade humoral de frangos de corte

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de Concentração:

Nutrição e Produção Animal

Orientador:

Prof. Dr. Ricardo de Albuquerque

Pirassununga
2008

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.2069 FMVZ	<p>Funari Junior, Pascoal</p> <p>Efeitos de diferentes fontes e níveis de selênio sobre o desempenho e a imunidade humoral de frangos de corte / Pascoal Funari Junior. – Pirassununga : P. Funari Junior, 2008.</p> <p>51 f. : il.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, 2008.</p> <p>Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal. Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Ricardo de Albuquerque.</p> <p>1. Desempenho. 2. Frangos de corte. 2. Imunidade humoral. 4. Selênio. 5. Minerais. I. Título.</p>
----------------	---

ERRATA

FUNARI JUNIOR, P. Efeitos de diferentes fontes e níveis de selênio sobre o desempenho e a imunidade humoral de frangos de corte. 2008. 51 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

Folha Ficha	Parágrafo	Linha	Onde se lê	Leia-se
catalográfica	2	1	51 f	55 f
RESUMO	1	3	51 f	55 f
ABSTRACT	1	3	51 f	55 f



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

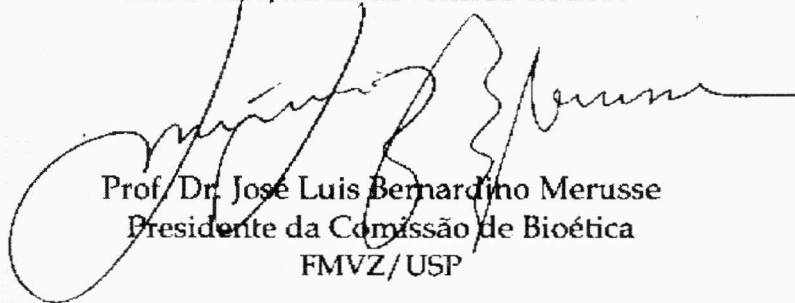
Comissão Bioética

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Efeitos de diferentes níveis de selênio sobre o desempenho e a imunidade humoral de frangos de corte", protocolado sob o nº1216/2007, utilizando 1440 (um mil, quatrocentos e quarenta) frangos de corte, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Ricardo de Albuquerque, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado em reunião de 21/11/07.

we certify that the research "Effects of different levels of dietary supplemental selenium on performance and immune response of broiler chicks", protocol number 1216/2007, utilizing 1440 (one thousand, four hundred and forty) broiler chicks, under the responsibility Prof. Dr. Ricardo de Albuquerque, agree with the Ethical Principles in Animal Research adopted by Bioethic Commission of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo and was approved in the meeting of day 11/21/07.

São Paulo, 22 de novembro de 2007



Prof. Dr. José Luis Bernardino Merusse
Presidente da Comissão de Bioética
FMVZ/USP

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: FUNARI JR, Pascoal

Título: Efeitos de diferentes fontes e níveis de selênio sobre o desempenho e a imunidade humoral de frangos de corte

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Data: ____ / ____ / ____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

*Ao Rafael, Priscila e toda minha família
Dedico*

AGRADECIMENTOS

A Deus por permitir que mais esta etapa da minha vida seja concluída.

Ao Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo pela oportunidade que me foi concedida para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Ricardo de Albuquerque pela orientação e amizade.

À FAPESP pelo apoio financeiro a realização da pesquisa

Aos funcionários do aviário, Edinho e China pelo apoio na realização do experimento.

Ao pessoal do CEPTOX, principalmente Ester e PC pela colaboração na execução deste trabalho.

As pesquisadoras do Instituto Biológico de Descalvado, Ana Lúcia e Eliana pela realização das análises sorológicas contra a Doença de Newcastle.

Ao Dr. Alexandre Sechinato e a Tortuga pelo fornecimento dos suplementos vitamínico-minerais utilizados.

A todos os colegas da pós-graduação Vinicius, Milton, Mineiro, Rodrigo, Tenébrio, Walter, Samuel, Willian, Emú, Jefferson, Foca, Bruno, Bruna, Daniela, Paula, Juliane, Juliana, Érica, Marina, Renata, Aryana, Estelinha, Carol, Carolzinha, Michele e Andréia pela amizade e pelos churras que fizemos.

A minha família que sempre me apoiou durante toda minha vida. Em especial a minha mãe Rosimeyre que sempre me incentivou aos estudos e possibilitou que mais essa etapa fosse concluída.

RESUMO

FUNARI JR., P. **Efeitos de diferentes fontes e níveis de selênio sobre o desempenho e a imunidade humoral de frangos de corte.** [Effects of different sources and levels of selenium on performance and humoral immunity of broilers]. 2008. 51 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

As pesquisas em nutrição de frangos de corte estão em busca de ajustes que forneçam as aves os nutrientes necessários para um ótimo desempenho do sistema imune para que isto reflita em melhor desempenho produtivo. Neste contexto a utilização de microminerais orgânicos vem ganhando força e se mostrando uma alternativa para aumentar a produção. O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de 3 fontes e 2 níveis de selênio sobre o desempenho e a imunidade humoral de frangos de corte. Foram utilizados 1440 pintos de um dia, machos, criados até os 42 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 6 dietas experimentais (A: 0,15 mg/kg Se inorgânico; B: 0,15 mg/kg Se orgânico; C: 0,15 mg/kg Se inorg.+orgânico; D: 0,45 mg/kg Se inorgânico; E: 0,45 mg/kg Se orgânico; F: 0,45 mg/kg Se inorg.+orgânico) e 6 repetições com 40 aves cada. Foi utilizado um arranjo fatorial 3x2 e os dados obtidos foram analisados pelo PROC GLM do SAS. Quanto ao desempenho considerando o período total de criação houve efeito do nível de Se sobre o ganho de peso (GP) e ganho médio diário (GMD), houve interação entre fonte e nível para a conversão alimentar. Quanto a imunidade, a variação dos níveis e fontes de Se não demonstraram efeito sobre os parâmetros avaliados neste trabalho. Foi possível concluir que o nível de inclusão de Se na dieta interfere no ganho de peso médio, ganho médio diário de peso e no peso médio, sendo que a maior inclusão resultou em maior ganho. A interação entre fonte e nível de Se pode alterar uma das variáveis mais importantes de uma produção que é a conversão alimentar.

Palavras-chave: Desempenho. Frangos de corte. Imunidade humoral. Selênio. Minerais

ABSTRACT

FUNARI JR., P. **Effects of different sources and levels of selenium on performance and humoral immunity of broilers** [Efeitos de diferentes fontes e níveis de selênio sobre o desempenho e a imunidade humoral de frangos de corte]. 2008. 51 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

The research in nutrition of broiler chickens is in search of adjustments that supply to the birds the necessary nutrients an excellent performance of the immune system so that this reflects in better productive performance. In this context the use of organic minerals comes gaining force and is showing an alternative to increase the production. The present study it had as objective to evaluate the effect of 3 sources and 2 levels of selenium on the performance and the humoral immunity of broiler chickens. 1440 young chickens of one day, males had been used, created until the 42 days. The assignment was completely randomized, with 6 experimental diets (A: 0,15 mg/kg inorganic; B: 0,15 mg/kg organic; C: 0,15 mg/kg inorg.+organic; D: 0,45 mg/kg inorganic; E: 0,45 mg/kg organic; F: 0,45 mg/kg inorg.+organic) and 6 repetitions with 40 birds each. 3x2 was used an factorial arrangement and the gotten data had been analyzed by PROC GLM of SAS. The performance considering the total period (42d) had effect of the level of on the weight gain (GP) and average daily gain (GMD), it had interaction between source and level it feed conversion ratio. About the immunity, the variation of the levels and sources had not demonstrated effect on the parameters evaluated in this work. It was possible to conclude that the level of Se in the diet intervenes with the weight gain, average daily gain and in the final weight. The interaction between source and level of Se can modify the feed conversion ratio.

Key words: Performance. Broiler. Immunity. Selenium. Minerals

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Box do aviário experimental da FMVZ-USP.....	26
Figura 2 -	Vacinação contra a Doença de Newcastle.....	31
Figura 3 -	Coleta de sangue. Punção da veia ulnar	32
Figura 4 -	Método de identificação das aves	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Composição porcentual e análise calculada das rações nas diferentes fases de criação	28
Tabela 2 -	Níveis e fontes utilizados nas dietas experimentais.....	28
Tabela 3 -	Composição do suplemento vitamínico por kg de ração.....	29
Tabela 4 -	Composição do suplemento mineral por kg de ração.....	29
Tabela 5 -	Média de peso dos animais a cada semana.....	39
Tabela 6 -	Ganho de peso médio a cada semana.....	40
Tabela 7 -	Ganho de peso médio diário a cada semana.....	41
Tabela 8 -	Consumo de ração a cada semana.....	43
Tabela 9 -	Conversão alimentar a cada semana.....	44
Tabela 10 -	Mortalidade a cada semana.....	45
Tabela 11 -	Média geométrica dos títulos de anticorpos contra o vírus da doença de Newcastle, obtidas no teste ELISA, aos 14, 21, 28 e 35 dias.....	47
Tabela 12 -	Títulos médios de anticorpos anti-SRBC, obtidos no teste de hemaglutinação.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FDA	Food and Drug Administration
g	grama
GSH	glutathiona
GSH-Px	glutathiona peroxidase
ID	iodotironina deiodinases
In-org	inorgânico + orgânico
kcal	kilocaloria
kg	kilograma
mg	miligrama
ROS	espécies reativas de oxigênio
Se	selênio
TR	tio redoxina redutase
vit.	vitamina
Vit-Min.	vitamínico-mineral
ELISA	<i>Enzyme-Linked Immunosorbent Assay</i> - Ensaio Imuno-Enzimático
SRBC	<i>Sheep Red Blood Cell</i> – Eritrócitos de Carneiro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES	18
2.2 ABSORÇÃO E METABOLISMO	20
2.3 SELENOPROTEÍNAS	21
2.3.1 Glutationa Peroxidase (GSH-Px)	21
2.3.2 Tioredoxina Redutase (TR)	22
2.3.3 Iodotironina Deiodinases (ID)	23
2.3.4 Outras Selenoproteínas	23
2.4 DEFICIÊNCIA DE SELÊNIO	24
2.5 TOXICIDADE DO SELÊNIO	25
2.6 HIPÓTESE	26
3 MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.1 LOCAL E PERÍODO	27
3.2 ANIMAIS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	28
3.3 DIETA EXPERIMENTAL	28
3.4 MANEJO E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	31
3.5 VACINAS E VACINAÇÕES	31
3.6 PARÂMETROS AVALIADOS	32
3.6.1 Desempenho	32

3.6.2 Imunidade Humoral	33
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 DESEMPENHO	37
4.1.1 Peso Médio, Ganho de Peso Médio, Ganho Médio Diário	37
4.1.2 Consumo de Ração e Conversão Alimentar	43
4.1.3 Mortalidade	46
4.1.4 Desempenho Geral	47
4.2 RESPOSTA IMUNE HUMORAL	47
4.2.1 Resposta a Vacina Contra a Doença de Newcastle	47
4.2.2 Resposta à Sensibilização Prévia com Eritrócitos de Carneiro	49
5 CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

1 INTRODUÇÃO

A avicultura comercial é uma das atividades pecuárias com maior desenvolvimento tecnológico e grande importância comercial. O avanço tecnológico na criação de frangos de corte levou a um sistema que explora ao máximo o potencial do animal, impondo-lhe diversos desafios durante sua vida. A alta densidade de criação, manejo e reutilização de camas, ventilação, limpeza e desinfecção das instalações são fatores que interferem no desempenho e na imunidade das aves. Além disso, a cada ano as linhagens se tornam cada vez mais produtivas e também mais exigentes quanto a nutrição. Estes fatores fazem com que a busca por diferentes elementos que possam auxiliar em um aumento de produtividade seja cada vez mais intensa.

As pesquisas em nutrição de frangos de corte estão em busca de ajustes que forneçam as aves os nutrientes necessários para um ótimo desempenho do sistema imune para que isto reflita em melhor desempenho produtivo. A resposta imune é de grande importância no desempenho do frango de corte, já que durante uma reação do sistema imune o animal se alimenta menos e destina muitos nutrientes para esta função diminuindo assim a produção. Um ótimo estado do sistema imune é de grande importância para o desempenho produtivo já que a campo a ave enfrentará diversos desafios imunitários.

A utilização de microminerais orgânicos e inorgânicos tem sido bastante pesquisada nos últimos anos. Entre os diversos minerais que podem influenciar o desempenho e a imunidade está o selênio (Se). Este mineral é incluído na dieta em quantidades mínimas, mas juntamente com a vitamina E tem grande importância na prevenção de doenças como a diátese exudativa, distrofia muscular e encefalomalácea. O Se também é considerado um composto antioxidante, pois compõe enzimas que combatem os radicais livres minimizando a oxidação celular.

O Se é um micronutriente essencial para o crescimento e manutenção da ave. O mesmo possui diversas funções dentre as quais a regulação da atividade da glutathione peroxidase, dos hormônios da tireóide e prostaglandinas; aumenta a eficiência da vitamina E; melhora a atuação do sistema imune; suporta funções reprodutivas; e protege contra metais pesados (CHOCT et. Al., 2004). A deficiência de Se pode levar a necrose hepática, redução

da quantidade de proteínas, diátese exsudativa, redução na secreção de enzimas digestivas, além de reduzir o crescimento (MOREIRA et al., 2001).

A suplementação de Se nas rações de frangos de corte deve ser realizada, pois os solos nacionais em sua maioria são pobres nesse mineral (BERTECHINI & FASSANI, 2001). A forma mais comum de suplementação de Se é o selenito de sódio, forma inorgânica. Já a forma orgânica de suplementação de Se é produzida a partir de uma cultura de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) enriquecida com Se inorgânico. Este processo leva a incorporação de Se ao invés do enxofre na metionina ou cisteína formando selenocisteína ou selenometionina (RUTZ et al., 2005). Enquanto minerais como o sódio, cloro e potássio são completamente absorvidos na forma inorgânica, os microminerais em geral tem taxa de absorção baixíssima (BERTECHINI & FASSANI, 2001). A selenometionina é absorvida do trato digestivo por um mecanismo ativo de transporte similar ao da metionina enquanto que o selenito não é transportado ativamente (LEESON & SUMMERS, 2001) aumentando a taxa de absorção do Se.

Devido a todas essas características do Se, vários autores tem descrito que as fontes orgânicas e a suplementação com níveis acima do recomendado pelo NRC de 1994 podem elevar o desempenho e a imunidade das aves, por outro lado outros autores não verificaram o maior desempenho com a variação das fontes e níveis de Se.

O presente trabalho tem o objetivo de investigar os efeitos da variação de níveis e fontes de Se sobre o desempenho e a imunidade humoral de frangos de corte.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O Se foi descoberto em 1817 por um pesquisador sueco chamado Jons Jakob Berzelius. Em 1943 foram descobertas propriedades carcinogênicas relacionadas ao Se o que resultou em uma proibição da utilização deste mineral na alimentação, feita pela FDA americana. Mais tarde em 1957 Klauz Schwars que o Se é essencial para prevenção da necrose hepática em ratos, mudando a postura dos pesquisadores em relação a este mineral. Mais tarde foi provado que o Se não é carcinogênico e em 1974 a FDA autorizou a utilização de Se na alimentação animal (SURAI, 2002b).

Além de essencial para os animais o Se também é essencial na dieta humana e como a grande parte dos solos do mundo é pobre em Se, produzindo alimentos também pobres nesse mineral, a suplementação na dieta dos animais pode ser uma alternativa para o fornecimento deste elemento aos humanos. Este fato se deve a deposição do Se em produtos de origem animal (carne, leite, ovos) oriundos de animais alimentados com Se na dieta, melhorando não só a saúde e o desempenho dos animais, mas também levando o Se para a dieta humana (PAN *et. al.*, 2007). O uso do Se orgânico tem se mostrado mais eficiente do que o Se inorgânico na deposição de Se nos tecidos, mas não afeta o desempenho, o rendimento de carcaça ou a atividade da GSH-Px (YOON *et. al.*, 2007).

O Se pode influenciar a qualidade da carne (MAHAN *et. al.*, 1999), o empenamento (EDENS, 1996), a conversão de tiroxina em tri-iodotironina e a imunidade passiva de cordeiros recém nascidos (ROCK *et. al.*, 2001), o efeito tóxico e carcinogênico das aflatoxinas (HEGAZY & ADACHI, 2000), as funções reprodutivas, o desenvolvimento, a imunocompetencia e o envelhecimento (SURAI, 2002a), a resistência ao calor (MAHMOUD & EDENS, 2005). Segundo alguns autores (THOMSON, 1998; SCHRAUZER, 2000; BRITISH NUTRITION FOUNDATION, 2001; SURAI, 2002a) o Se orgânico pode atuar como uma reserva nos músculos e o inorgânico direto na incorporação a selenocisteína atuando em diversas selenoproteínas.

A utilização do selenito de sódio é o meio mais comum de suplementação de Se nas rações animais, porem na natureza os animais retirariam Se das plantas e ele estaria na forma de orgânica como selenometionina (ZELENKA & FAJMONOVA, 2005). A

biodisponibilidade da forma orgânica é maior do que a inorgânica (MAIORKA & MACARI, 2002), entretanto alguns autores (CANTOR, SCOTT e NOGUCHI, 1975; GARIELSEN & OPSTVEDT, 1980) mostraram que o selenito de sódio é superior no combate a diátese exsudativa e no restabelecimento da GSH-Px.

2.1 PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES

A produção de frangos de corte é baseada no ótimo balanço de nutrientes das rações e nas linhagens de alta produção. Os antioxidantes naturais ocupam um lugar importante na manutenção da saúde, na produtividade e na reprodução das aves. Nas aves a primeira linha de defesa antioxidante é baseada na atividade de três enzimas: superoxide dismutase, glutathione peroxidase (GSH-Px) e catalase. Nos últimos anos a importância desta enzima no sistema antioxidante dos tecidos vem sendo mais pesquisada e após a descoberta de que a maioria das formas da GSH-Px é dependente de Se, o lugar do Se na alimentação animal atraiu maior atenção por parte dos pesquisadores (MAHAN, 1999).

A produção de radicais livres está envolvida na iniciação e no progresso de diversas patologias. Na produção animal a produção de radicais livres e a peroxidação lipídica são responsáveis pelo desenvolvimento de diversas doenças que diminuem a produtividade e a qualidade dos produtos animais (SURAI, 2002a). A vitamina E é o principal componente do sistema antioxidante e muito tem se estudado suas reações. Mas alguns dos subprodutos destas reações também são tóxicos e devem ser removidos das células. Para que isso ocorra é preciso à ação da GSH-Px Se dependente (SURAI, 2002b). A dieta contendo Se é crucial para a regulação da atividade da GSH-Px e para a eficiência do sistema antioxidante.

O Se presente na GSH-Px é constituinte do aminoácido selenocisteína, localizado em sítio da enzima que executa uma função vital na oxiredução (HATFIELD & GLADYSHEV, 2002). A família das glutathionas desempenha um papel crucial dentro do sistema antioxidante, neutralizando ameaças à integridade celular através da eliminação de peróxidos de hidrogênio (BRIGELIUS-FLOHE, 1999).

Apesar do Se ser considerado um nutriente com características antioxidantes, a forma mais comum de suplementação de Se, o selenito de sódio tem características prooxidantes.

Segundo Yan e Spallholz (1993) o selenito de sódio reage com a glutatona gerando superóxidos e H₂O₂. Já o Se na forma de selenometionina não produz compostos oxidantes. Essa característica prooxidante do selenito de sódio é dependente da dose, em doses adequadas, 0,1 a 0,2 ppm ele não reagira com a GSH, pois será mais utilizado na sua composição. Além disso o excesso desta forma de Se será excretada do organismo e pouco será depositada nos tecidos (SURAI, 2002a).

Na forma de selenometionina não ocorre essa reação com a GSH, mesmo em doses acima do normal. A selenometionina fica armazenada nos tecidos, e não gera reações, reações prooxidativas no organismo, sendo um composto com menor toxicidade. Por não reagir com a GSH a selenometionina é considerada o melhor antioxidante contra os peróxidos de nitrito (SURAI, 2002b).

Apesar da característica oxidativa do selenito de sódio este composto é mais eficiente do que a selenometionina em restabelecer a atividade da GSH-Px em animais com deficiência de Se (GARIELSEN & OPSTVEDT, 1980). O selenito de sódio também é mais eficiente em evitar a diátese exsudativa, porém menos eficiente em aumentar a concentração de Se nos tecidos (CANTOR, SCOTT e NOGUCHI, 1975).

Segundo Özkan *et. al.*, 2007 o Se orgânico pode ter efeito protetor contra a indução de ascite pelo frio. Isso porque a resposta das aves ao frio é a produção de calor endógeno, que consome mais oxigênio e gera maior produção de radicais livres, alterando a necessidade de atuação do sistema antioxidante, o frio agudo ou crônico induz alterações nas enzimas antioxidantes (YANG *et. al.*, 2002).

Segundo Pappas *et. al.*, 2005 o Se já confere proteção antioxidante antes do nascimento do pintainho, durante a fase embrionária, desde que a matriz seja alimentada com níveis adequados de Se e este micronutriente seja depositado no ovo juntamente com outros nutrientes necessários ao desenvolvimento do embrião. Paton *et. al.*, 2002 afirma que o Se na forma orgânica é depositado em maior quantidade do que a forma inorgânica .

2.2 ABSORÇÃO E METABOLISMO

Os ingredientes utilizados na alimentação das aves possuem mesmo que em pouca quantidade o selênio em forma orgânica. Por este motivo a ave está melhor preparada para metabolizar este tipo de composto, enquanto que naturalmente as aves nunca teriam contato com as formas inorgânicas do selênio. A absorção dos compostos que contêm Se ocorrem de diferentes formas. O selenito de sódio é absorvido como os outros minerais, de maneira passiva, sendo que a absorção é mais eficiente no íleo. A seleniometionina é absorvida como aminoácido, entrando nos enterócitos por transporte ativo, em um processo similar ao que ocorre com a metionina, em todos os segmentos do intestino delgado. O Se absorvido na forma inorgânica será pouco retido nos tecidos, e grande parte será excretada na urina. Já na forma de selenometionina pode ser armazenado no organismo, ocupando o lugar da metionina na síntese protéica, ficando armazenada nos músculos e outros tecidos (SURAI, 2002a).

Após ser absorvido o Se deve ser transformado em selenocisteína para compor a GSH-Px, e neste ponto ocorre uma grande diferença entre as fontes. O selenito de sódio é mais prontamente disponível para formar a selenocisteína e compor a GSH-Px do que a selenometionina, que é vagarosamente transformada em selenocisteína e a maior parte ficam armazenadas na forma em que é absorvida (HENRY e AMMERMAN, 1995). Esta característica faz com que o selenito de sódio seja mais eficiente no combate de algumas enfermidades como a diátese exudativa em aves que estavam recebendo dieta deficiente em Se. Entretanto a selenometionina pode ficar armazenada nos músculos e outros tecidos como o fígado, pâncreas e rins pode trazer benefícios a carne e aos ovos.

A diferença nas reservas de Se podem explicar porque o selênio orgânico é mais eficiente, principalmente em situações de estresse. O fato das aves alimentadas com Se orgânico armazenarem este composto faz com que elas se tornem mais resistentes a períodos de estresse intenso pois podem sintetizar mais selenoproteínas a partir de suas reservas prevenindo o mal que seria causado pelo excesso de radicais livres produzidos nestas situações (SURAI 2002a).

2.3 SELENOPROTEÍNAS

O Se participa de varias funções fisiológicas através das selenoproteínas. Essas proteínas podem ser encontradas em diversos órgãos, nos músculos e na corrente sanguínea. As selenoproteínas mais importantes são: glutathiona peroxidase, tioredoxina redutase, iodotironina deiodinase. Apesar destas proteínas estarem presentes em quantidades mínimas, desenvolvem um papel essencial no metabolismo, sendo assim primordiais para o bom desenvolvimento dos animais.

2.3.1 Glutathiona Peroxidase (GSH-Px)

A glutathiona peroxidase é o composto dependente de selênio mais importante para o organismo. A principal função da GSH-Px é o combate ao estresse oxidativo. Esta ação antioxidante ocorre quando a GSH-Px atua sobre hidroperoxidos e lipoperoxidos, impedindo que estes compostos tóxicos causem danos a célula (WANG & XU 2007). Existem diversos tipos de GSH-Px: (1) citosólica, encontrada no citosol das células de diversos tecidos como fígado, rim, placenta, coração, epidídimo, pituitária, blastócitos, etc., contendo um único átomo de Se; (2) fosfolipídica, presente na face interna da membrana da célula, entre a membrana e a parte aquosa da célula, difere da anterior na forma e na composição de aminoácidos; (3) plasmática, presente no plasma sanguíneo, contém 4 átomos de Se e é uma glicoproteína sintetizada no rim; (4) gastrointestinal, é muito semelhante a citosólica está presente na mucosa intestinal, nos vilos e nas criptas; (5) espermática, presente no núcleo dos espermatozoides com propriedades similares a fosfolipídica (SURAI 2002a).

A principal função dessas enzimas inclui a redução de H_2O_2 e peróxidos orgânicos em água e alcoóis, sendo este um importante passo na prevenção da formação de espécies reativas de oxigênio (ROS) (AVANZO *et. al.*,2001). A GSH-Px está envolvida em eventos fisiológicos como transdução e regulação da produção de citoquinas pro-inflamatórias, na eliminação de peróxidos, na regulação da síntese de leucotrienos, prostaglandinas e na modulação de reações inflamatórias. Cada uma dessas enzimas executa sua função de proteção antioxidante simultaneamente em diferentes locais do organismo. A ação destas

enzimas depende do fornecimento de Se vindo da dieta, algumas delas só serão sintetizadas se a quantidade de Se fornecida for a ideal, algumas param de ser produzidas mesmo com pequena deficiência na provisão de Se outras demoram mais tempo para responder a deficiência (CHOCT *et. al.*, 2004; HENRY e AMMERMAN, 1995; MOREIRA *et. al.*, 2001; SURAI 2002a).

A atividade a GSH-Px é aumentada sempre que existe um fator de estresse como altas temperaturas ambiente (MAHMOUD & EDENS, 2005). A atividade pois o estresse aumenta a produção ROS e conseqüentemente a necessidade de combatê-los, com provimento adequado de nutrientes como o Se esse aumento na atividade da enzima poderá ser mantido, caso contrario a oxidação poderá levar a célula a morte.

2.3.2 Tioredoxina Redutase (TR)

O estado de redução da oxidação de uma célula é o maior determinante das ações metabólicas que ocorrerão, incluindo a regulação da expressão genética. Essa proteção dos tiois antioxidantes é baseada no sistema das glutathionas e no sistema das tioredoxinas. Juntos esses sistemas compõe a defesa antioxidante e regulam o sinal de transdução, transcrição, crescimento celular e apoptose. A TR pode reduzir não só a tioredoxina, mas também as glutathionas oxidadas, o que mostra que estes sistemas estão muito ligados (MUSTAICICH e POWIS, 2000).

A TR é uma selenoenzima que precisa de Se, na forma de selenocisteína para ser produzida. Existem três tipos de TR: (1) TR1 encontrada predominantemente no citosol, (2) TR2 localizada nos testículos, e (3) TR3 presente nas mitocôndrias. As TRs têm ação direta na redução de hidroperóxidos e ácido dehidroascórbico o que parece ser uma ligação entre Se, ácido ascórbico e vitamina E na reciclagem do sistema antioxidante (SURAI 2002a).

2.3.3 Iodotironina Deiodinases (ID)

Outra importante função do Se é a participação no metabolismo dos hormônios tireoidianos. A ID é uma selenoenzima que atua na transformação de tiroxina (T_4) em triiodotironina (T_3). Esta enzima contém um átomo de Se (JIANHUA *et. al.*, 2000). Por este motivo o Se pode influenciar indiretamente o crescimento e o turnover protéico dos animais. Estudo feito por Chang *et. al.*, 2005 mostra que o dietas suplementadas com Se apresentam maiores níveis de T_3 e menores níveis de T_4 quando comparadas com dietas deficientes em Se. Isto mostra que a suplementação de Se aumentou a transformação de T_4 em T_3 , muito provavelmente por aumento da atividade da ID. Segundo Dahlke 2005, alterações do crescimento podem ser promovidas com a suplementação de Se.

2.3.4 Outras Selenoproteínas

Existem muitas outras selenoproteínas no organismo animal, a maioria delas tem funções relacionadas ao sistema antioxidante, combate a peroxidação lipídica, e regulação de enzimas. O Se junto com a vitamina E melhora a resposta imune protegendo os macrófagos e leucócitos, fazendo com que elas sobrevivam a compostos tóxicos secretados por bactérias ingeridas, também aumenta os títulos de anticorpos e a fagocitose (HENRY e AMMERMAN, 1995).

O Se também tem impacto sobre o timo, segundo Chang *et. al.*, 2005 o timo tem receptores para o hormônio T_3 , o qual é aumentado quando a dieta é suplementada com Se, o que leva a uma maior produção do hormônio timulina, que pode refletir em melhoria da resposta imune humoral.

2.4 DEFICIÊNCIA DE SELÊNIO

A deficiência de Se na dieta de frangos e corte pode induzir quadros de diátese exsudativa e atrofia pancreática nutricional, que podem ser prevenidas completamente pela correta adição de Se nas rações (FARIA & JUNQUEIRA, 2000). Além destas patologias, dietas deficientes em Se podem levar a diminuição do crescimento, baixa na produção, diminuição da eficiência alimentar, problemas reprodutivos e imunossupressão.

A diátese exsudativa é o principal sinal da deficiência de Se, e é caracterizada por acúmulo de fluido no subcutâneo, principalmente na área de peito e abdome. Essas áreas ficam com a coloração azul-esverdeada. Ela pode ser prevenida em dietas com Se e vitamina E, mas quando a deficiência de Se for muito severa a vitamina E não é efetiva na prevenção (LEESON & SUMMERS, 2001; SURAI, 2002a).

A atrofia pancreática pode se desenvolver em aves com deficiência de Se, mesmo com altos níveis de vitamina E na dieta. Em consequência da atrofia pancreática a absorção de gorduras e por consequência da vitamina E será prejudicada, pois haverá menor secreção das enzimas digestivas do pâncreas. Isto resultará em deficiência do crescimento e falha no empenamento (CHOCT *et. al.*, 2004)

A distrofia muscular ocorre em dietas deficientes em Se e normalmente acomete o músculo peitoral, que se apresenta com estrias brancas que podem ser vistas através da pele. Nesta patologia o Se não é o fator principal, pois aminoácidos sulfurados e vitamina E podem realizar a prevenção (LEESON & SUMMERS, 2001).

Com baixos níveis de Se a atividade da GSH-Px fica diminuída, tornando a célula mais vulnerável a oxidação. A vitamina E minimiza os efeitos da oxidação, pois compõe a primeira linha de defesa, mas sem o Se para compor o sistema antioxidante, a oxidação celular será maior e a sobrevivência da célula será menor. A peroxidação lipídica é o principal fator responsável pelas doenças que ocorrem na deficiência de Se (SURAI, 2002b).

A deficiência de Se também está relacionada com a redução na produção de ovos, aumento da mortalidade embrionária, eclodibilidade, fertilidade, menor ganho de peso, falha

no empenamento e baixa da imunocompetência (CHOCT *et. al.*, 2004; HENRY e AMMERMAN, 1995; MOREIRA *et. al.*, 2001; SURAI 2002b)

2.5 TOXICIDADE DO SELÊNIO

O Se é tóxico em altas doses, não sendo observados sinais de intoxicação em doses com menos de 5mg/kg de ração (SURAI, 2002b). A eclodibilidade de ovos férteis é diminuída a 5mg/kg ou mais, a 7mg/kg o peso do ovo pode ser afetado e a 9mg/kg a produção de ovos diminuirá (ORT & LATSHAW, 1978).

Todrovic *et. al.*, 1999 alimentou pintos de 1 dia com dietas contendo 0, 2, 5, 10, 15 e 20 mgSe/kg na forma de selenito de sódio e obteve decréscimo de 24,5, 62,7 e 96,6% na produção para as dietas contendo 10, 15 e 20 mgSe/kg respectivamente. Nesta mesma ordem a mortalidade foi de 26,7, 60 e 80%.

Aumento do peso relativo do fígado e do coração são sinais do excesso de Se (KHAN *et. al.*, 1993). Além disto podem ser observados pontos de necrose no fígado, degeneração do miocárdio e necrose tubular nos rins. Diarréia aquosa, fraqueza e sonolência também são observadas na intoxicação por Se (SURAI, 2002a).

Sobre a toxicidade do Se se deve levar em conta também sua deposição no ambiente, pois nem todo Se fornecido será absorvido. Deve-se ter cuidado com o destino da cama de frango, principalmente em relação à água já que segundo Seixas & Kehrig, 2007 este mineral pode causar danos ao ambiente aquático. Segundo Yoon *et. al.*, 2007 a porcentagem de Se retido pelo organismo das aves é inversamente proporcional a quantidade ingerida, sendo este um ponto ao qual se deve atentar para que não ocorra grande deposição de Se na cama de frango que depois terá como destino o meio ambiente.

2.6 HIPÓTESE

Como já visto nos itens anteriores o Se possui diversas funções e existe uma variação de qual função é melhor atendida conforme a fonte de Se utilizada. Além disto, também nota-se que a suplementação de Se acima do recomendado (0,15mg/kg segundo NRC) pode trazer benefícios a produção de frangos de corte. Sendo assim a hipótese desta pesquisa é que a utilização de uma fonte composta por Se orgânico e inorgânico possa atender melhor as necessidades do animal quando comparadas com as fontes inorgânica e orgânica isoladas; e que o nível mais elevado de inclusão de Se seja o mais adequado para um maior rendimento da produção. Portanto esperamos que as aves que receberão maior nível originário das duas fontes utilizadas (orgânica e inorgânica) tenham desempenho zootécnico e imune superior aos outros grupos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo serão descritas as principais etapas, e os procedimentos adotados na realização do experimento.

3.1 LOCAL E PERÍODO

O experimento foi realizado no aviário experimental do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Campus Pirassununga, Estado de São Paulo. Foi utilizado um galpão em alvenaria dividido em 36 boxes com 4,25m² cada (figura 1). A criação das aves foi feita no piso de concreto, utilizando-se maravalha como cama. O período de criação e experimental foi de 42 dias, entre 10 de janeiro e 20 de fevereiro de 2008.



Figura 1: Box do aviário experimental da FMVZ-USP.

3.2 ANIMAIS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizados 1440 pintos de um dia, machos, da linhagem comercial AgRoss 308. As aves foram distribuídas de acordo com um delineamento inteiramente casualizado em 6 diferentes dietas experimentais. Cada tratamento se repetia por 6 vezes, totalizando 36 boxes utilizados, com 40 aves cada.

Foi utilizado um arranjo fatorial 3x2 com 3 fontes e 2 níveis.

3.3 DIETA EXPERIMENTAL

As rações foram preparadas para de acordo com os níveis nutricionais praticados na criação comercial de frangos de corte, ajustadas para terem os níveis desejáveis de Se. As rações foram elaboradas a base de milho e soja, variando em sua composição nutricional segundo a fase de criação, inicial (1 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e final (35 a 42 dias), conforme mostra a tabela 1.

Foram utilizados dois níveis de Se (0,15 e 0,45mg/kg) e três fontes: orgânica, inorgânica e orgânica + inorgânica (In-Org) que juntos compuseram 6 dietas experimentais (A, B, C, D, E e F) que podem ser observadas na tabela 2.

Tabela 1 – Composição percentual e análise calculada das rações nas diferentes fases de criação

Ingredientes	Inicial %	Crescimento %	Final %
Milho	52,26	57,11	63,7
Farelo de Soja	40,13	34	28
Óleo de Soja	3,52	4,9	4,5
Sal	0,35	0,35	0,35
Calcáreo	1,24	1,6	1,6
Fosfato Bicálcico	1,6	1,14	0,95
Metionina	0,24	0,21	0,18
Suplemento Vit.-Min. ⁽¹⁾	0,2	0,2	0,2
Avilamicina	0,01	0,01	0
Inerte	0,45	0,48	0,52
Total	100	100	100

ANÁLISE CALCULADA			
Energia	Metabolizável		
(Kcal/Kg)		2950	3100
Proteína (%)		22,5	20,0
Metionina (%)		0,35	0,32
Metionina + Cistina (%)		0,71	0,65
Cálcio (%)		0,95	0,95
Fósforo Disponível (%)		0,45	0,35

⁽¹⁾ Suplementação vitamínico-mineral especificada na tabela 3.

Tabela 2 – Níveis e fontes utilizados nas dietas experimentais.

Níveis \ Fontes	Fontes		
	Inorgânico	Orgânico	Inorgânico + Orgânico
0,15	A	B	C
0,45	D	E	F

Tabela 3 – Composição do suplemento vitamínico por kg de ração.

Vitamina	Quantidade	Unidade
Vit. A	11280	UI
Vit. D3	2724	UI
Vit. E	17,2	mg
Vit. K3	1,92	mg
Vit. B1	2,01	mg
Vit. B2	4,5	mg
Vit. B6	2,49	mg
Vit.B12	12	mg
Ácido Nicotínico	30	mg
Pantonato de cálcio	12	mg
Biotina	0,099	mg
Ácido Fólico	0,99	mg
Antioxidante	1	mg
Iodo	1,0065	mg

Tabela 4 – Composição do suplemento mineral por kg de ração.

Minerais	Quantidade	Unidade
Ferro	60	mg
Manganês	70,2	mg
Zinco	70	mg
Cobre	10,05	mg

O Se foi adicionado separadamente nos níveis indicadas na tabela 2, sendo a correção de inclusão feita sobre a quantidade de composto inerte.

3.4 MANEJO E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Foram utilizados equipamentos convencionais, bebedouros tipo copo e comedouros tubulares infantis na 1ª semana, e pendular e tubular comum a partir da 1ª semana. A cama foi feita de maravalha com espessura de aproximadamente 5 centímetros. Campânulas convencionais com lâmpadas infravermelho eram a fonte de calor para os pintos nos primeiros dias de criação. Não foram utilizados ventiladores e nebulizadores, o único recurso para resfriar o galpão era a abertura das cortinas laterais.

O manejo foi o tradicionalmente utilizado nas criações convencionais, com as aves expostas a 24 horas de luz por dia, ração e água *ad libitum*, com a exceção do procedimento de pesagem semanal. As aves foram pesadas no primeiro dia e as temperaturas máximas e mínimas foram anotadas.

Diariamente foram lavados os bebedouros, observados os níveis de ração, manejo de cortinas e substituição da cama em áreas que estivessem molhadas.

3.5 VACINAS E VACINAÇÕES

Os pintinhos foram vacinados contra a Doença de Marek no incubatório e contra coccidiose na primeira semana de vida, via água de bebida, segundo as recomendações do fabricante.

A vacina contra a Doença de Newcastle foi administrada no 14º dia de vida, pela via ocular com vacina comercial (Fort Dodge) com vírus vivo, tipo B₁, amostra LaSota, seguindo as recomendações do fabricante (figura 2).



Figura 2: Vacinação contra a Doença de Newcastle.

3.6 PARÂMETROS AVALIADOS

3.6.1 Desempenho

O peso das aves e o consumo de ração foram medidos através de pesagens semanais. A morte de animais era anotada diariamente, pesando-se neste momento a ave morta e o comedouro. A partir destes dados foram calculadas as seguintes variáveis: peso médio (P), ganho de peso médio (GP), ganho médio diário (GMD), consumo médio de ração (CR), conversão alimentar (CA) e mortalidade (M) para cada box.

O GP (g) foi calculado a partir da diferença entre o peso médio inicial e final de cada período. O GMD foi calculado a partir do GP dividido pelo número de dias do intervalo. O CR (g) foi calculado pela diferença entre o peso da ração fornecida durante o período e o peso da sobra ao final do período, dividido pelo número de aves do box. A conversão alimentar (g/g) foi determinada pela relação entre o consumo médio de ração e o peso médio das aves

para cada semana. A mortalidade foi aferida a partir da relação entre o número de aves mortas e o número de aves inicial, para cada intervalo, e multiplicada por cem.

3.6.2 Imunidade Humoral

3.6.2.1 Resposta à Vacina Contra a Doença Newcastle

Foram coletadas amostras de sangue de 12 aves por tratamento, sendo 2 de cada parcela, identificadas individualmente. A identificação possibilitou a coleta das mesmas aves aos 14 (antes da vacinação), 21, 28 e 35 dias, por punção da veia ulnar (figuras 3 e 4).

Estas amostras foram colocadas em microtubos secos e, centrifugados para obtenção do soro. O soro obtido das amostras foi enviado para o Instituto Biológico do Estado de São Paulo, unidade de Descalvado onde foram submetidas ao ensaio imunoenzimático com kit ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) para a titulação de anticorpos contra a doença de Newcastle.



Figura 3: Coleta de sangue. Punção da veia ulnar.



Figura 4: Método de identificação das aves.

3.6.2.2 Resposta à Sensibilização Prévia com Eritrócitos de Carneiro

A titulação de anticorpos contra eritrócitos de carneiro (SRBC) é outro método de avaliação da imunidade humoral utilizado neste trabalho.

Este teste foi proposto em decorrência da variação dos resultados encontrados na literatura para o teste anterior. A utilização da resposta a vacina de Newcastle é um método muito utilizado, mas que apresenta grandes variações entre indivíduos do mesmo tratamento. Parece que isto ocorre em decorrência da imunidade maternal, que pode variar conforme o estado imunológico da matriz, fazendo com que ocorra variação entre pintos de diferentes matrizes. Além disso, pode haver variação na exposição ao vírus em decorrência da presença do vírus nos aerossóis e nas fezes. Como é conhecido que as matrizes e os pintos de um dia nunca foram expostos aos eritrócitos de carneiro, supõe-se que a variação desta resposta seja menor.

Para a realização deste teste foi utilizada uma solução contendo $5 \cdot 10^9$ eritrócitos/ml, preparada segundo a metodologia descrita por Nunes, 2008. Aos 35 dias de idade 72 aves, duas de cada parcela experimental foram escolhidas ao acaso, marcadas de maneira

individual. A imunização das aves foi feita através da injeção de 0,1ml da solução citada, através da veia ulnar.

Aos 42 dias de idade foram coletadas amostras de sangue das aves previamente imunizadas contra SRBC. O sangue foi colocado em microtubos sem anticoagulante e depois centrifugado para a obtenção do soro. A partir do soro foi feita a titulação de anticorpos (anti-SRBC) pela metodologia descrita por Nunes, 2008.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram analisados através do programa computacional Statistical Analysis System (SAS, 2001) sendo anteriormente verificada a normalidade dos resíduos pelo Teste de Shapiro-Wilk (PROC UNIVARIATE) e a homogeneidade das variâncias comparadas pelo Teste de Hartley (OTT, 1993). Os dados (variável dependente) que não atenderam a estas premissas foram submetidos à transformação logarítmica [$\text{Log}(X+1)$] ou quadrática [$\text{RQ}(X+1/2)$]. Os dados originais ou transformados, quando este último procedimento foi necessário, foram submetidos à análise de variância que separou como causas de variação o efeito do fator 1 (fonte), efeito do fator 2 (nível) e a interação entre ambos (fonte x nível). Os efeitos dos fatores e das interações, quando significativos, foram separados através do teste de média Tukey. Tal análise foi realizada utilizando-se o procedimento General Linear Model (PROC GLM do SAS).

Além disso, foi adicionado o fator medidas repetidas no tempo, referentes aos diversos momentos de coleta de dados de desempenho e de titulação de Newcastle e SBRC. As probabilidades das interações com o tempo foram determinadas pelo teste de Greenhouse-Geisser, utilizando-se o comando REPEATED gerado pelo procedimento GLM (PROC GLM do SAS). Análises por tempo somente foram realizadas quando as interações entre tempo e dietas experimentais forem significativas. Para tal foi utilizado o comando SLICE do GLM do SAS. Quando significativo, estudou-se efeito de tratamento dentro do tempo pelo teste de média Tukey.

A variável mortalidade não respeitou as premissas estatísticas nem mesmo quando os dados foram transformados e, por isso, foi submetida à estatística não-paramétrica de frequência, utilizando o Teste qui-quadrado (χ^2).

Foi utilizado o nível de significância de 5% para todos os testes realizados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DESEMPENHO

4.1.1 Peso Médio, Ganho de Peso Médio, Ganho Médio Diário

O peso médio, ganho de peso médio e ganho médio diário para cada uma das dietas experimentais a cada semana estão apresentados nas tabelas 5, 6 e 7 respectivamente.

Aos 7 dias de idade foi observado efeito significativo da fonte de Se ($p=0,0070$) sobre o peso dos animais, sendo que fonte In-Org obteve maior peso quando comparada com a fonte orgânica, mas não diferiu estatisticamente da fonte inorgânica, e também não houve diferença entre as fontes orgânica e inorgânica.

Houve interação entre nível e fonte de Se ($p=0,0271$) aos 21 dias de idade, sendo que dentro do nível 0,45 a fonte inorgânica obteve peso inferior quando comparada com as demais.

Ainda em se tratando do peso médio, foram observados efeitos do nível de Se aos 28 e aos 42 dias de idade ($p=0,0283$ e $p=0,0225$ respectivamente), sendo que o nível 0,45 obteve os maiores pesos. Para os dias 1, 14 e 35 não foram observados nenhum tipo de efeito.

Quanto ao efeito da fonte de Se que se apresentou aos 7 dias mas não persistiu este trabalho corrobora com Choct *et. al.*, 2004, Payne & Southern, 2005a, Ryu *et. al.*, 2005, Yoon *et. al.*, 2007 que não observaram diferenças entre a suplementação com Se orgânico e inorgânico. Já Moreira *et. al.*, 2005 obtiveram efeito para o fator fonte aos 21 e aos 42 dias sendo que fonte orgânica proporcionou maior peso.

Quanto ao efeito do nível de Se estes resultados discordam com os obtidos por Wang & Xu, 2007 que não mostraram diferença significativa quando entre os níveis 0,08 e 0,28 mg/kg. Payne & Southern, 2005b também não demonstraram diferenças nos pesos entre

níveis diferentes de suplementação de Se. Já os resultados apresentados por Singh, *et.al.*, 2006 corroboram com os apresentados neste trabalho, pois mostram maior peso das aves que foram alimentadas com 0,27 mg/kg quando comparado com as aves alimentadas com 0,07 mg/kg.

Houve efeito significativo para o fator fonte ($p=0,0079$) no período de 1 a 7 dias, havendo diferença entre a fonte orgânica e a In-Org, a primeira apresentou maior ganho de peso no intervalo citado. Apesar do efeito significativo do fator fonte não houve diferença ao teste de Tukey entre a fonte orgânica e inorgânica. Este efeito observado aos 7 dias não permanece ao decorrer da criação, levantando a possibilidade de que a fonte de Se tenha maior importância sobre o ganho de peso no período pré-inicial. Este resultado é similar ao obtido por Payne & Southern, 2005 que não observaram diferença no ganho de peso quando compararam fonte orgânica com inorgânica.

No período de 1 a 21 dias houve interação entre fonte e nível ($p=0,0273$), sendo que ao teste de Tukey, dentro do nível 0,45 a fonte inorgânica teve menor ganho de peso. Este resultado discorda do obtido por Dahlke *et. al.*, 2005 que não observou interação entre fonte e nível de Se. Moreira *et. al.*, 2001 observou somente efeito da fonte de Se para esta variável, não observando interação.

Para os períodos de 1 a 28 e 1 a 42 dias foi observado efeito para o fator nível ($p=0,0274$ e $p=0,0225$ respectivamente), sendo o nível 0,45mgSe/kg o que atingiu maior ganho de peso. Este resultado discorda do estudo realizado por Swain *et.al.*, 2000 que utilizou 0mg/kg, 0,1mg/kg, 0,5mg/kg e 1mg/kg de Se em suas dietas experimentais, e não obteve variação no ganho de peso das aves. Dahlke *et.al.*, 2005 também não observaram efeito do nível de Se aos 42 dias. Resultados similares ao encontrado no presente estudo foram obtidos por Jianhua *et.al.*, 2000 comparando 0,3 com 0,5mg de Se por quilo de ração, onde o maior nível obteve o maior ganho de peso.

Aos 7 dias de idade observa-se efeito para o fator fonte ($p=0,0079$), sendo que a fonte In-org apresentou menor ganho médio diário quando comparada com a fonte orgânica. Este efeito não permanece nos períodos seguintes. Payne & Southern, 2005 não observaram diferenças no ganho de peso diário aos 21 dias quando compararam as fontes orgânica e inorgânica. Yoon *et. al.*, 2007 também não observaram diferença para o ganho de peso médio diário quando compararam fontes diferentes de Se.

Aos 21 dias foi observado interação entre os fatores estudados ($p=0,0273$). Quando submetidos ao teste de média foi notado que dentro do nível 0,45 a fonte inorgânica teve menor ganho médio diário quando comparada com as demais fontes. Este resultado discorda do obtido por Wang & Xu, 2007 que compararam as fontes orgânica e inorgânica ao nível de 0,28 mg/Kg e não observaram diferenças.

Aos 28 e aos 42 dias foi observado efeito significativo pra o fator nível sendo que o nível 0,45 teve maior ganho médio diário. Resultado este que discorda de Moreira *et. al.*, 2001 que não observaram efeito para fator nível em nenhuma idade, mesmo comparando vários níveis (0, 0,15; 0,45; 0,75; 1,05; 1,35ppm).

Quanto ao período final de criação as variáveis de peso foram influenciadas principalmente pelo nível de inclusão de Se na dieta, sendo que as alterações provocadas pela fonte durante a criação não permaneceram até o final. Este fato pode indicar que a fonte pode sim exercer influencia no peso final ou então ter maior influencia sobre as variáveis de peso em períodos distintos da criação.

Tabela 5 – Média de peso dos animais a cada semana (g).

Dieta experimental		PESO						
Nível	Fonte	1º dia	7º dia	14º dia	21º dia	28º dia	35º dia	42º dia
0,15	Inorgânico	47,40	180,32	501,94	999,04A	1587,31	2281,26	2884,23
	Orgânico	47,21	179,72	501,34	997,38A	1585,29	2266,32	2824,60
	In-Org	46,88	175,66	494,27	998,23A	1579,31	2284,92	2906,11
0,45	Inorgânico	47,15	176,59	493,76	981,97B	1603,32	2291,49	2919,49
	Orgânico	47,77	180,32	502,62	1015,55A	1621,17	2309,11	2937,54
	In-Org	47,06	175,85	496,91	1011,29A	1606,07	2294,18	2936,61
Efeitos principais								
0,15		47,16	178,57	499,18	998,22	1583,97	2277,50	2871,65
0,45		47,33	177,59	497,76	1002,94	1610,19	2298,26	2931,21
	Inorgânico	47,27	178,46AB	497,85	990,51A	1595,31	2286,37	2901,86
	Orgânico	46,97	175,76A	495,59	1004,76A	1592,69	2289,55	2921,36
	In-Org	47,49	180,02B	501,98	1006,46A	1603,23	2287,71	2881,07
Média		47,25	178,08	498,47	1000,58	1597,08	2287,88	2901,43
CV (%)		1,5	2,0	1,7	1,9	2,2	2,0	2,7
Probabilidade								
	Nível	0,4659	0,3469	0,6063	0,3926	0,0283	0,1966	0,0225
	Fonte	0,1832	0,0070	0,1698	0,0447	0,7358	0,9864	0,4243
	Fonte*Nível	0,3522	0,1805	0,2268	0,0271	0,7767	0,6167	0,3259

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

CV(%): Coeficiente de variação.

Tabela 6 – Ganho de peso médio a cada semana (g).

Diets experimentais		GANHO DE PESO					
Nível	Fonte	1 a 7 dias	1 a 14 dias	1 a 21 dias	1 a 28 dias	1 a 35 dias	1 a 42 dias
0,15	Inorgânico	132,93	454,55	951,64A	1539,91	2233,86	2836,84
	Orgânico	132,51	454,13	950,17A	1538,08	2219,11	2777,39
	In-Org	128,78	447,39	951,35A	1532,44	2238,05	2859,24
0,45	Inorgânico	129,44	446,61	934,83B	1556,17	2244,35	2872,35
	Orgânico	132,55	454,85	967,78A	1573,40	2261,34	2889,77
	In-Org	128,79	449,85	964,23A	1559,01	2247,12	2889,54
Efeitos principais							
0,15		131,41	452,02	951,05	1536,81	2230,34	2824,49
0,45		130,26	450,44	955,61	1562,86	2250,93	2883,89
	Inorgânico	131,18AB	450,58	943,24A	1548,04	2239,10	2854,59
	Orgânico	132,53A	454,49	958,97A	1555,74	2240,22	2833,58
	In-Org	128,79B	448,62	957,79A	1545,72	2242,58	2874,39
Média		130,83	451,23	953,33	1549,83	2240,64	2854,19
CV (%)		2,4	1,8	1,9	2,2	2,0	2,8
Probabilidade							
	Nível	0,2196	0,5455	0,4003	0,0274	0,1970	0,0225
	Fonte	0,0079	0,1880	0,0400	0,7501	0,9829	0,4128
	Fonte*Nível	0,2118	0,2321	0,0273	0,7879	0,6229	0,3286

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

CV(%): Coeficiente de variação.

Tabela 7 – Ganho de peso médio diário a cada semana (g).

Dieta experimental		GANHO MÉDIO DIÁRIO					
Nível	Fonte	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias
0,15	Inorgânico	18,99	32,47	45,32A	55,00	63,82	67,54
	Orgânico	18,93	32,44	45,25A	54,93	63,40	66,13
	In-Org	18,40	31,96	45,30A	54,73	63,94	68,08
0,45	Inorgânico	18,49	31,90	44,52B	55,58	64,12	68,39
	Orgânico	18,94	32,49	46,08A	56,19	64,61	68,80
	In-Org	18,40	32,13	45,92A	55,68	64,20	68,80
Efeitos principais							
0,15		18,77	32,29	45,29	54,89	63,72	67,25
0,45		18,61	32,17	45,51	55,82	64,31	68,66
	Inorgânico	18,74AB	32,18	44,92A	55,29	63,97	67,97
	Orgânico	18,93A	32,46	45,67A	55,56	64,01	67,47
	In-Org	18,40B	32,04	45,61A	55,20	64,07	68,44
Média		18,69	32,23	45,40	55,35	64,01	67,96
CV (%)		2,4	1,8	1,9	2,2	2,0	2,8
Probabilidade							
	Nível	0,2196	0,5455	0,4003	0,0274	0,1970	0,0225
	Fonte	0,0079	0,1880	0,0400	0,7501	0,9829	0,4128
	Fonte*Nível	0,2118	0,2321	0,0273	0,7879	0,6229	0,3286

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

CV(%): Coeficiente de variação.

4.1.2 Consumo de Ração e Conversão Alimentar

O consumo de ração e a conversão alimentar a cada semana estão apresentados nas tabelas 8 e 9 respectivamente.

Aos 28 e aos 35 dias foi observado efeito para o fator nível, sendo que o consumo foi maior para o nível 0,45. O efeito observado não persiste e aos 42 dias não pode ser observado. Moreira *et. al.*, 2001 também não notaram efeito dos níveis de Se aos 42 dias para esta variável. O mesmo foi obtido por Dahlke *et. al.*, 2005 que não observaram interação e nem efeito de nível e fonte para o consumo de ração.

Apesar das diferenças de consumo terem sido observadas somente as 28 e 35 dias, a conversão alimentar não se alterou aos 28 dias, porém foi alterada aos 42 dias, onde não houve diferenças no consumo. Aos 35 e aos 42 dias foi observado interação entre fonte e nível ($p=0,0224$ e $p=0,0198$ respectivamente). Este resultado mostra que o nível e a fonte de Se podem influenciar a conversão alimentar no final do ciclo de produção de frangos de corte. Quando submetidos ao teste de média não se observou diferenças entre as dietas aos 35 dias de idade. Já aos 42 dias ao nível 0,15 a fonte inorgânica obteve o melhor resultado quando comparada com a fonte orgânica. Este resultado discorda do encontrado por Moreira *et. al.*, 2001 e Dahlke *et. al.*, 2005 e que não obtiveram interação entre fonte e nível. Edens *et. al.*, 2001 também observaram que a fonte orgânica de Se aumenta um pouco a conversão alimentar. Laganá *et. al.*, 2007 obtiveram melhor conversão alimentar e quando utilizou fonte orgânica, contrariando os resultados obtidos no presente estudo.

Aos 42 dias a conversão alimentar foi a única variável que apresentou interação entre fonte e nível de Se, sendo que as variáveis de peso somente apresentaram efeito do nível de inclusão do Se, mostrando que fonte e nível de Se são fatores que juntos podem exercer influência sobre o desempenho dos animais.

Tabela 8 – Consumo de ração a cada semana (g).

Dietas experimentais		CONSUMO DE RAÇÃO					
Nível	Fonte	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias
0,15	Inorgânico	149,72	595,90	1048,27	2043,57	3364,59	4867,54
	Orgânico	148,13	600,14	1066,78	2083,45	3454,70	5032,98
	In-Org	148,22	602,44	1064,68	2081,26	3442,57	5025,64
0,45	Inorgânico	148,27	596,47	1057,37	2094,27	3461,91	4980,86
	Orgânico	145,32	593,14	1058,31	2098,99	3446,23	4948,38
	In-Org	146,55	595,52	1059,32	2108,58	3477,42	5057,22
Efeitos principais							
0,15		148,69	599,49	1059,91	2069,43	3420,62	4975,39
0,45		146,71	595,04	1058,33	2100,61	3461,85	4995,48
	Inorgânico	149,00	596,18	1052,82	2068,92	3413,25	4924,20
	Orgânico	146,73	596,64	1062,55	2091,22	3450,46	4990,68
	In-Org	147,39	598,98	1062,00	2094,92	3459,99	5041,43
Média		147,70	597,27	1059,12	2085,02	3441,24	4985,44
CV (%)		2,8	2,4	2,0	1,8	1,9	2,8
Probabilidade							
	Nível	0,1652	0,3892	0,8320	0,0082	0,0455	0,6612
	Fonte	0,4022	0,8910	0,4872	0,1314	0,1420	0,1244
	Fonte*Nível	0,9120	0,7865	0,5874	0,4254	0,1065	0,2187

CV(%): Coeficiente de variação.

Tabela 9 – Conversão alimentar a cada semana.

Dietas experimentais		CONVERSÃO ALIMENTAR					
Nível	Fonte	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias
0,15	Inorgânico	1,13	1,31	1,10	1,33	1,51A	1,72B
	Orgânico	1,12	1,32	1,12	1,35	1,56A	1,81A
	In-Org	1,15	1,35	1,12	1,36	1,54A	1,76AB
0,45	Inorgânico	1,15	1,34	1,13	1,35	1,54A	1,73A
	Orgânico	1,10	1,30	1,09	1,33	1,52A	1,71A
	In-Org	1,14	1,32	1,10	1,35	1,55A	1,75A
Efeitos principais							
0,15		1,13	1,33	1,11	1,35	1,53	1,76
0,45		1,13	1,32	1,11	1,34	1,54	1,73
	Inorgânico	1,14	1,33	1,12	1,34	1,52	1,73
	Orgânico	1,11	1,31	1,11	1,34	1,54	1,76
	In-Org	1,14	1,34	1,11	1,36	1,54	1,75
Média		1,13	1,32	1,11	1,35	1,54	1,75
CV (%)		3,5	2,8	2,9	2,3	2,1	3,3
Probabilidade							
	Nível	0,7015	0,6802	0,5392	0,8314	0,6965	0,0828
	Fonte	0,0554	0,3618	0,7737	0,3324	0,2577	0,1810
	Fonte*Nível	0,3880	0,2503	0,0615	0,2875	0,0224	0,0198

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

CV(%): Coeficiente de variação.

4.1.3 Mortalidade

Os resultados da mortalidade estão expostos na tabela 10.

Tabela 10 – Mortalidade a cada semana.

Diets experimentais		MORTALIDADE					
Nível	Fonte	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias
0,15	Inorgânico	1,2	2,1	2,5	3,7	4,2	5,4
	Orgânico	1,7	1,7	2,1	3,3	4,6	5,8
	In-Org	0,4	0,8	0,8	1,2	2,5	2,9
0,45	Inorgânico	0,0	0,8	2,5	4,2	6,7	7,5
	Orgânico	0,8	2,1	2,1	2,5	3,7	5,0
	In-Org	0,4	0,8	1,2	1,7	2,9	3,7
Média		0,8	1,4	1,9	2,8	4,1	5,1
CV (%)		188,7	125,0	107,5	85,5	73,2	71,2
		Probabilidade					
	Prob.	0,1110	0,2210	0,8150	0,5480	0,2110	0,3360

Não foi observada nenhuma diferença estatística para esta variável. Este resultado concorda com o obtido por Özkan *et. al.*, 2007 que não obteve diferença estatística entre dietas com 0,15 e 0,30mg/kg de Se originário de fontes orgânica e inorgânica. Este resultado era esperado já que não foram utilizadas dietas que poderiam comprometer a vida dos animais ou causar algum tipo de patologia. Os níveis e fontes de Se utilizados não eram tóxicos e também não causariam a deficiência deste micromineral.

4.1.4 Desempenho Geral

O desempenho dos frangos de corte pode sofrer interferência do nível e da fonte de Se, isto já foi mostrado por alguns autores (Jianhua *et.al.*, 2000; Edens *et. al.*, 2001; Singh, *et.al.*, 2006; Laganá *et. al.*, 2007) e concorda com os resultados observados no presente estudo. Entretanto existem autores (Swain *et.al.*, 2000; Moreira *et. al.*, 2001; Dalhke *et. al.*, 2005; Payne & Southern, 2005) que não observaram diferenças no desempenho. Esta variação de resultados provavelmente se deve a fatores como os níveis utilizados, o delineamento e arranjo experimental e a análise estatística empregada. Não foi possível encontrar nenhuma referencia que tivesse utilizado uma fonte composta por Se orgânico e inorgânico (In-org).

4.2 RESPOSTA IMUNE HUMORAL

4.2.1 Resposta a Vacina Contra a Doença de Newcastle

As médias geométricas dos títulos de anticorpos contra o vírus da doença de Newcastle estão apresentadas na tabela 11.

Para esta variável podemos observar uma tendência para efeito da fonte de Se aos 14 dias, antes da vacinação, onde a fonte inorgânica obteve maior média geométrica dos títulos de anticorpos contra o vírus da doença de Newcastle quando comparada a fonte orgânica, não sendo diferente estatisticamente da fonte In-org. Esta diferença antes da vacinação não persiste, sendo que nas coletas seguintes os resultados não diferiram estatisticamente. Esta diferença antes da vacina pode ser atribuída a variação de anticorpos maternos, ou a capacidade da fonte de Se em melhorar o estado imune da ave nos primeiros dias de vida, prolongando a duração dos anticorpos maternos nas duas primeiras semanas de vida dos pintinhos.

Tabela 11 – Média geométrica dos títulos de anticorpos contra o vírus da doença de Newcastle, obtidas no teste ELISA, aos 14, 21, 28 e 35 dias.

Dietas experimentais		NEWCASTLE			
Nível	Fonte	T0	T1	T2	T3
0,15	Inorgânico	806,17	1317,92	379,92	1970,67
	Orgânico	399,67	897,00	235,25	1948,58
	In-Org	548,33	691,75	312,00	1746,00
0,45	Inorgânico	837,92	716,58	291,25	2821,42
	Orgânico	447,25	997,58	175,75	2632,08
	In-Org	630,58	923,42	236,17	1609,92
Efeitos principais					
0,15		584,72	968,89	315,06	1888,42
0,45		638,58	879,19	234,39	2354,47
	Inorgânico	822.04 A	1017,25	335,58	2396,04
	Orgânico	423.46 B	947,29	214,50	2290,33
	In-Org	589.46 AB	807,58	274,08	1677,96
Média		611,65	924,04	274,72	2121,44
CV (%)		65,4	55,5	54,5	63,7
Probabilidade					
	Nível	0,6828	0,5983	0,1076	0,3173
	Fonte	0,0580	0,5908	0,1443	0,3964
	Fonte*Nível	0,9870	0,1120	0,9932	0,6464

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

CV(%): Coeficiente de variação.

Estes resultados discordam dos obtidos por Swain *et. al.*, 2000 que observaram diferenças nos resultados conseguidos no teste ELISA 10 dias após a vacinação, quando utilizaram os seguintes níveis de Se 0, 0,1, 0,5 e 1mg/kg sendo que a melhor resposta foi ao nível de 0,1mg/kg, isto quando a suplementação de vitamina E estava em 150UI/kg. Sem a adição da vitamina E não se observa efeito do nível de Se para esta variável. O fato de não observarmos diferença para esta variável no presente estudo pode ser em consequência da menor variação dos níveis quando comparados ao utilizado por Swain *et. al.*, 2000.

4.2.2 Resposta à Sensibilização Prévia com Eritrócitos de Carneiro

Os títulos médio de anticorpos anti-SRBC estão apresentados na tabela 12.

Não foi observado nenhum efeito para variável de resposta sensibilização com SRBC. Este resultado mostra que a variação da fonte e do nível de Se não foi capaz de induzir uma diferença na resposta imune das aves. O que discorda do descrito por Larsen *et. al.*, 1997 que demonstraram aumento do título de anticorpos contra eritrócitos de carneiro quando se aumentaram os níveis de Se, entre 0,1 e 0,8mg/Kg.

A resposta imune é influenciada por diversos fatores como o estresse, a suplementação de vitamina E e de outros nutrientes que não variaram no presente estudo. As variações entre as dietas experimentais propostas neste estudo podem não ter sido suficientes para provocar uma variação de resposta humoral, já que não houve ausência do mineral ou nível tóxico do mesmo, ou utilização de fontes muito diferentes das já conhecidas.

Tabela 12 – Títulos médios de anticorpos anti-SRBC, obtidos no teste de hemaglutinação.

Dietas experimentais		SBRC	
Nível	Fonte	T0	T1
0,15	Inorgânico	3,00	7,75
	Orgânico	3,00	8,33
	In-Org	3,00	6,83
0,45	Inorgânico	3,00	7,83
	Orgânico	3,00	7,83
	In-Org	3,17	8,67
Efeitos principais			
0,15		3,00	7,64
0,45		3,06	8,11
	Inorgânico	3,00	7,79
	Orgânico	3,00	8,08
	In-Org	3,08	7,75
Média		3,03	7,87
CV (%)		5,5	17,6
Probabilidade			
	Nível	0,3253	0,3061
	Fonte	0,3798	0,8087
	Fonte*Nível	0,3798	0,1089

CV(%): Coeficiente de variação.

5 CONCLUSÃO

Quanto ao desempenho ao final do ciclo de criação é possível concluir que o nível de inclusão de Se na dieta interfere no ganho de peso médio, ganho médio diário de peso e no peso médio, sendo que a maior inclusão resultou em maior ganho. A interação entre fonte e nível de Se pode alterar uma das variáveis mais importantes de uma produção que é a conversão alimentar. A variação na fonte de Se não foi capaz de produzir efeito ao final da criação, porém mostrou ter efeito sobre o ganho de peso no período inicial.

Quanto à imunidade das aves, esta não é influenciada pela fonte ou nível de Se, dentro das variações utilizadas neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVANZO, J. L.; MENDONÇA JR, C. X.; PUGINE, S. M. P.; CESAR, M. C., Effect of vitamin E and selenium on resistance to oxidative stress in chicken superficial pectoralis muscle. **Comparative Biochemistry and Physiology** v. 129, 2001, p. 163-173.
- BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J. Macro e micro minerais na alimentação animal. **Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal**, Campinas, 2001, p. 219-234.
- BRIGELIUS-FLOHE, R. Tissue-specific functions of individual glutathione peroxidases. **Free Radical Biology & Medicine**, n. 27, 1999, p. 951–965.
- British Nutrition Foundation. 2001. Selenium and health. British Nutrition Foundation, London, 2001.
- CANTOR, A. H.; SCOTT, M. L.; NOGUCHI, T. Biological availability of selenium in feedstuffs and selenium compounds for prevention of exudative diathesis in chicks. **Journal of Nutrition**, v. 105, n. 1, 1975, p. 96-105.
- CHANG, W. P.; COMBS JR; G. F.; SCANES, C. G.; MARSH, J. A. The effects of dietary vitamin E and selenium deficiencies on plasma thyroid and thymic hormone concentrations in the chicken. **Developmental and Comparative Immunology** v. 29, 2005, p. 265-273.
- CHOCT, M.; NAYLOR, A. J.; REINKE, N. Selenium supplementation affects broiler growth performance, meat yield and feather coverage. **British Poultry Science** v. 45, n. 5, 2004, p.677-683.
- DAHLKE, F.; GONZALES, E.; FURLAN, R. L.; GADELHA, A. C.; MAIORKA, A.; ALMEIDA, J. G. Avaliação de diferentes fontes e níveis de selênio para frangos de corte em diferentes temperaturas. **Archives of Veterinary Science** v. 10, n. 1, 2005, p. 21-26.
- EDENS, F.W., Organic selenium: from feather to muscle integrity to drip loss. In: LYONS, T.P., JACQUES, K.A., Biotechnology in the Feed Industry. **Proceedings of the 12th Annual Symposium**. Nottingham University Press, Nottingham, UK, 1996, p. 165–185.
- EDENS, F. W.; PARKHURST, C. R.; HAVENSTEIN, G. B. Housing and selenium influences o feathering in broilers. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 10, 2001, p. 128-134.
- FARIA, D. M.; JUNQUEIRA, O. M. Enfermidades nutricionais In: MACARI, M.; BERCHIERI JR, A. Doenças das aves. Campinas: FACTA, 2000, p. 431-447.
- GABRIELSEN, B. O.; OPSTVEDT, J. Availability of selenium in fish meal in comparasion with soybean meal, corn glúten meal and selenomethionine relative to selenium in sodium selenite for restoring glutathione peroxidase activity in selenium-depleted chicks. **Journal of Nutrition**, v. 110, n. 6, 1980, p. 1096-1100.
- HATFIELD, D. L.; GLADYSHEV, V. N. How selenium has altered our understanding of the genetic code. **Molecular and Cellular Biology**, v.22, n. 11, 2002, p. 3565– 3576.
- HEGAZY, S. M.; ADACHIT, Y. Compaison of the effects of dietatry selenium, zinc, and selenium and zinc supplementation on growth and immune response between chick groups that

were inoculated with *Salmonella* and aflatoxin or *Salmonella*. **Poultry Science** v. 79, 2000, p. 331-335.

HENRY, P. R.; AMMERMAN, C. B. Selenium Bioavailability In: AMMERMAN, C. B.; BAKER, D. H.; LEWIS, A. J. Bioavailability of nutrients for animals: aminoacids, minerals and vitamins. Academic Press, San Diego, California 1995. cap. 14. p.303-310.

JIANHUA, H.; OHTSUKA, A.; KUNIOKI, H. Selenium influences growth via thyroid hormones status in broilers chickens. **British Journal of Nutrition** v. 84, 2000, p.727-732.

KHAN, M. Z.; SZEREK, J.; MARKIEWICZ, K. Effects of oral administration of toxic levels of lead and selenium upon concentration of different elements in the liver of broiler chicks. **Journal of Veterinary Medicine** v. 40, 1993, p. 652-664.

LAGANÁ, C.; RIBEIRO, A. M. L.; KESSLER, A. M.; KRATZ, L. R.; PINHEIRO, C. C. Effect of the supplementation of vitamins and organic minerals on the performance of broilers under heat stress. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 9, n. 1, 2007, p. 39-43.

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, 1997, p. 169–176.

LEESON, S; SUMMERS, J. D. Scott's nutrition of the chicken. University Books, Guelph, Ontario, 2001, 591p.

MAHAN, D. Organic selenium: using nature's model to redefine selenium supplementation for animals In: LYONS, T. P.; JACQUES, K. A. Biotechnology in the feed industry, **Proceedings of Alltech's 15th Annual Symposium**, Nottingham, UK, 1999, p. 523-535.

MAHMOUDM, K. Z.; EDENS, F. W. Influence of organic selenium on hsp70 response of heat-stressed and enteropathogenic *Escherichia coli*-challenged broiler chickens (*Gallus gallus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 141, 2005, p. 69-75.

MAIORKA A, MACARI M. Absorção de minerais In: MACARI M; FURLAN, RL, GONZALES E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2ed. Jaboticabal: Funep/Unesp; 2002. p. 167-174.

MOREIRA, J.; SANTOS, C. D.; ABREU, C. M. P.; BERTECHINI, A. G.; OLIVEIRA, D. F.; CARDOSO, M. G. Efeito de fonte e níveis de selênio na atividade enzimática da glutatona peroxidase e no desempenho de frangos de corte. **Ciência Agrotecnica** v. 25, n. 3, 2001, p. 664-666.

MUSTACICH, D.; POWIS, G. Thioredoxin reductase. **The Biochemical Journal** v. 346, 2000, p. 1-8.

NUNES, A. D. Influência do uso de aditivos alternativos a antimicrobianos sobre o desempenho, morfologia intestinal e imunidade de frangos de corte. **Dissertação (mestrado)**, Departamento de Nutrição e Produção Animal da Universidade de São Paulo, 2008.

ORT, J. F.; LATSHAW, J. D. The toxic level of sodium selenite in the diet of laying chickens. **Journal of Nutrition** v. 108, 1978, p. 114-1120.

ÖZKAN, S.; BASMACIOĞLU, H.; YALÇIN, S.; KARADAS, F.; KOÇTÜRK, S.; ÇABUK, M.; OKTAY, G.; ÖZDEMİR, S.; ÖZDEMİR, E.; ERGÜL, M. Dietary vitamin E (α -tocopherol acetate) and selenium supplementation from different sources: performance, ascites-related variables and antioxidant status in broilers reared at low and optimum temperatures. **British Poultry Science**, v. 48, n. 5, 2007, p. 580-593.

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, 2007, p. 1027-1032.

PAPPAS, A. C.; KARADAS, F.; SURAI, P. F.; SPEAKE, B. K. The selenium intake of the female chicken influences the selenium status of her progeny. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 142, 2005, p. 465-474.

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, 2002, p. 1548-1554.

PAYNE, R. L.; SOUTHERN, L. L. Comparison of inorganic and organic selenium sources for broilers. **Poultry Science** v. 84, 2005a, p. 898-902.

PAYNE, R. L.; SOUTHERN, L. L. Changes in glutathione peroxidase and tissue selenium concentrations of broilers after consuming a diet adequate in selenium. **Poultry Science** v. 84, 2005b, p. 1268-1276.

ROCK, M. J.; KINCAID, R. L.; CARSTENS, G. E. Effect of prenatal source and level of dietary selenium on passive immunity and thermometabolism of newborn lambs. **Small Ruminant Research**, v. 40, 2001, p. 129-138.

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. **Conferencia APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas**, 2005, p. 257-268.

RYU, Y. C.; RHEE, M. S.; LEE, K. M.; KIM, B. C. Effects of different levels of dietary supplemental selenium on performance, lipid oxidation, and color stability of broiler chicks. **Poultry Science** v. 84, 2005, p. 809-815.

SCHRAUZER, G. N. Selenomethionine: A review of its nutritional significance, metabolism and toxicity. **Journal of Nutrition**, v. 130, 2000, p. 1653-1656.

SEIXAS, T. G.; KEHRIG, H. A. O selênio no meio ambiente. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, 2007, p. 264-276.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (SAS). Institute Incorporation. **SAS User's guide: statistics**. 8 ed. [S.l.], 2001.

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

SURAI, P. F. Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction. Nottingham University Press, 2002a, 790p.

SURAI, P. F. Selenium in poultry nutrition 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. **World's Poultry Science Journal** v. 58, 2002b, p. 333-347.

SWAIN, B. K.; JOHRI, T. S.; MAJUMDAR, S. Effect of supplementation of vitamin E, selenium and their different combinations on the performance and immune response of broilers. **British Poultry Science** v. 41, 2000, p. 287-292.

TODOROVIC, M.; MIHALOVIC, M.; HRISTOV, S. Effects of excessive levels of sodium selenite on daily weight gain, mortality and plasma selenium concentration in chickens. **Acta Veterinaria Beograd** v.49, 1999, p.313-319.

WANG, W. P.; COMBS JR, G. F.; SCANES, C. G.; MARSH, J. A. The effects of dietary vitamin E and selenium deficiencies on plasma thyroid and thmic hormone concentrations in the chicken. **Developmental & Comparative Immunology** v. 29, 2005, p. 265-273.

WANG, Y. B.; XU, B. H. Effect of different selenium source (sodium selenite and selenium yeast) on broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, 2007.

YAN, L.; SPALLHOLZ, J.E. Generation of reactive oxygen species from the reaction of selenium compounds with thiols and mammary tumor cels. **Biochemical Pharmacology** v. 45, 1993, p.429-437.

YANG, S.; GUO, D.; YAO, B. Pulmonary hypertensive syndrome of broilers: effects of cold (12° C) exposure on cardio-hepatic mitochondrial malonilaldehyde and superoxide dismutase activity. **Online Journal of Veterinary Research**, v.6, 2002, p. 35-41.

YOON, I.; WERNER, T. M.; BUTLER, J. M. Effect of source and concentration of selenium on growth performance and selenium retention in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 86, 2007, p. 727-730.

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