



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ANIELE PISSINATI

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS, IMUNOLÓGICAS E DE
QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE
SUPLEMENTADOS COM VITAMINA E E/OU SELÊNIO**

ANIELE PISSINATI

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS, IMUNOLÓGICAS E DE
QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE
SUPLEMENTADOS COM VITAMINA E E/OU SELÊNIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal (Área de Concentração Produção Animal) da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para a obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Oba

Londrina
2013

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina.**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

P678c	Pissinati, Aniele. Características produtivas, imunológicas e de qualidade de carne de frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio / Aniele Pissinati. – Londrina, 2013. 72 f. : il. Orientador: Alexandre Oba. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2013. Inclui bibliografia. 1. Frango de corte – Alimentação e rações – Teses. 2. Carne de ave – Qualidade – Teses. 3. Frango de corte – Suplementos dietéticos – Teses. 4. Vitamina E na nutrição animal – Teses. 5. Selênio na nutrição animal. – Teses. 6. Imunologia veterinária – Teses. I. Oba, Alexandre. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título. CDU 636.5
-------	---

ANIELE PISSINATI

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS, IMUNOLÓGICAS E DE
QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE
SUPLEMENTADOS COM VITAMINA E E/OU SELÊNIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal (Área de Concentração Produção Animal) da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para a obtenção do título de mestre.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alexandre Oba
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. Emerson José Venancio
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. Luís Daniel Giusti Bruno
UNIOESTE – Marechal Candido Rondon –PR

Londrina, 26 de julho de 2013.

*Deus eu interpreto as conquistas de hoje (desta fase) sendo frutos adocicados,
maduros que eu estou colhendo de um período turbulento (passado pouco distante),
árido, lágrimas caídas em tardes sofridas.
Mesmo assim, eu preferi semear em linha reta, selecionei as melhores sementes
para depositar ao solo, fui justa e verdadeira.
E ao justo Deus tem o melhor, ele garante a fartura, como diz o meu amado pai "sua
colheita será farta com abundância".
Fase esta que passei para fortalecer minha estrutura para que frutos saudáveis eu
pudesse oferecer hoje, eu traduzo para amor e compreensão ao próximo, olhar
sincero e verdadeiro que posso transmitir.
Mais do que isso sinto o amor e a presença de Deus no meu Viver!
E isso eu passo adiante!
Tudo posso naquele que me fortalece, Deus obrigada por tudo!
Amém!*

*Mariana Oliveira**

*Aos meus pais, Antonio Santo Pissinati e Fátima Ap^a Souto Pissinati pelo carinho, esforço, compreensão e ensinamentos;
Aos meus filhos lindos Mimi Carolina, Ninfo, Cururu e Penelopy (animais de estimação) por estarem sempre comigo, de uma maneira que só eles sabem demonstrar o que é realmente o amor e a cumplicidade*

Amo vocês!!!

A quem hoje me guarda e me guia!

Paulino Pissinati

(in memoriam)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais **Antonio** e **Fátima** que sempre me apoiaram e me ensinaram os valores os quais levo comigo no meu dia a dia.

Ao meu orientador Prof. Dr. **Alexandre Oba**, que com seu exemplo profissional, foi fundamental para minha formação acadêmica.

Ao prof. Dr. **Emerson José Venâncio**, grande colaborador que se dedicou com paciência e incentivo. Sem sua ajuda com certeza não teria sido possível a obtenção dos resultados imunológicos deste trabalho.

À banca examinadora da qualificação, prof. Dra. **Adriana Lourenço Soares** e prof. Dra. **Graziela Drociunas Pacheco**, pelo aceite e atenção.

Ao **CNPq** pelo financiamento do projeto e pela concessão da bolsa.

Aos **professores** do **Departamento de Zootecnia**, pela oportunidade de realizar o curso.

Agradeço ao **Programa de Pós Graduação em Ciência Animal**, ao coordenador **Amauri Alcindo Alfieri** e à **Universidade Estadual de Londrina**, por me concederem essa oportunidade.

A todos os integrantes do Grupo **GENAPET**, que muito me ajudaram: **Maura, Thayane, Luiz, Fran, Maurício, Gabi, Carol, Red, Eloá** e **Luiz Gustavo**.

À **Gleice** e à **Juliana** pela grande ajuda nas análises de carne. E aos seus estagiários **Fernanda** e **Alisson**.

Ao **João** (menino pantaneiro), pela ajuda durante o período de criação das aves e principalmente na realização das análises laboratoriais.

À **Louise** pela ajuda na realização do TBARS.

Aos pós-graduandos do Laboratório de Imunologia, em especial ao **Eduardo** (Du) e **Miriele** pela amizade e pela ajuda na realização das análises imunológicas.

Aos meus amigos do Direito, **Cláudia, Gustavo, Amanda** e **Duduzinho!** Vocês conseguem fazer as minhas noites mais divertidas!

À minha amiga **Mariana** pela grande ajuda nas análises estatísticas.

À minha **Vó Maria** por sempre ter acreditado e torcer pelo meu crescimento!

Às minhas **tias Maria e Isabel** por sempre estarem prontas para me ajudar em tudo o que eu precisei!

Ao meu namorado **Thiago**, por ter me aguentado nesse período tão turbulento, tendo paciência e muita calma e pela ajuda nas análises de desempenho.

Aos amores da minha vida meus filhos lindos **Mimi Carolina, Ninfinho, Cururu e Penelopy** (animais de estimação). Só posso agradecer a Deus por colocá-los em minha vida. Amo infinitamente cada um de vocês!!!

A todos os meus **familiares** que me ajudaram direta e indiretamente para que este trabalho fosse concluído, em especial à **Isabella**, pela ajuda no laboratório nas análises de TBARS e aos meus primos **Diego, Solange e Mariza** pelo apoio.

E principalmente, a **Deus**, pela vida e por possibilitar que, a cada dia, eu possa aprender mais.

PISSINATI, Aniele. **Características produtivas, imunológicas e de qualidade de carne de frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio.** 2013. 72 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

RESUMO

O presente estudo teve o objetivo de avaliar as características produtivas, rendimento de carcaça e cortes, qualidade de carne, incidência de carnes PSE e a imunidade das aves alimentadas com dietas suplementadas com vitamina E e/ou selênio. Foram utilizados 624 pintainhos machos de um dia de idade da linhagem Hubbard, criados até os 42 dias de idade. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 4 tratamentos (A – Controle; B – Suplementação de 150 UI de vitamina E/kg de ração; C – Suplementação de 0,50 mg de selênio/kg de ração e D – Suplementação de 150 UI de vitamina E + 0,50 mg de selênio/kg de ração) e 6 repetições com 26 aves por parcela experimental. A suplementação da vitamina E foi na forma de α -tocoferol e o selênio na forma de selenito de sódio. Utilizou-se um esquema fatorial 4X2 (tratamentos X características da carne) para análises de qualidade de carne e um esquema fatorial 4X2X2 (tratamentos X imunização X pós imunização) para as análises imunológicas. Os resultados mostram que o selênio proporcionou o pior desempenho zootécnico nas aves. Não houve diferença significativa para rendimento de carcaça. Já para rendimento de cortes o selênio proporcionou o menor rendimento de peito e o maior rendimento de asas nas aves. Quanto ao sistema imune, para títulos totais de anticorpos não houve diferença significativa, mas houve uma interação significativa entre tempo pós- imunização e inoculação, onde houve diferença significativa para o efeito da inoculação e para o efeito do tempo pós-imunização nas aves inoculadas com hemácia de carneiro. Para os títulos de IgY e títulos de anticorpos naturais, observa-se que houve uma diferença estatística entre o tempos pós-imunização, onde a maior produção ocorreu no 2º pós imunização (42º dia de vida). Não houve diferença significativa para o peso relativo dos órgãos linfóides. Para qualidade de carne, os resultados mostram que a suplementação apenas de selênio proporcionou uma menor intensidade de vermelho, maior perda de peso por cozimento e uma menor força de cisalhamento, enquanto que a suplementação de vitamina E proporcionou uma menor oxidação da carne. Ao se avaliar as características da carne normal e PSE (*Pale, Soft e Exudative*), observa-se que a carne PSE apresentou menor pH, intensidade de vermelho e capacidade de retenção de água, além de maiores valores de luminosidade, intensidade de amarelo, perdas de peso por cozimento e oxidação lipídica. A quantidade de vitamina E depositada no músculo, foi maior nos tratamentos em que foram suplementados a vitamina. Quanto à atividade da fosfolipase A₂ (PLA₂), observa-se que a suplementação de apenas selênio proporcionou menor atividade desta enzima e não houve diferença desta em relação às carnes normais e PSE. A incidência desta anomalia não foi influenciada pelas suplementações de vitamina E e/ou selênio. Assim, conclui-se que o desempenho zootécnico foi pior para as aves suplementadas com selênio, comprometendo assim o rendimento de cortes. Para o sistema imune a suplementação de vitamina E e/ou selênio na dieta das aves não proporcionou qualquer melhora. A vitamina E mostrou ser um eficiente antioxidante na prevenção da oxidação lipídica, para a qualidade de carne observou-se que não houve sinergismo entre a vitamina E e o selênio.

Palavras-chave: Carne PSE. Fosfolipase A₂. Microminerais. Órgãos linfóides. Oxidação lipídica. Títulos de anticorpos.

PISSINATI, Aniele. **Productive characteristics, immunological and meat quality of broilers supplemented with vitamin E and/or selenium.** 2013. 72 p. Dissertation (Master of Animal Production) - University State of Londrina, Londrina, 2013.

ABSTRACT

The present study had the objective of evaluating the characteristics productive, carcass yield and cuts, meat quality, incidence of meats PSE and immunity of birds fed diets supplemented with vitamin E and / or selenium. Were used 624 chicks males a day of age of the lineage Hubbard reared until the 42 days old. The experimental design was entirely randomized with 4 treatments (A- Control; B- Supplementation of 150 IU of vitamin E/kg of ration; C- Supplementation of 0,50 mg of selenium/kg of ration and D- Supplementation of 150 UI of vitamin E + 0,50 mg of selenium/kg of ration) and 6 repetitions with 26 birds per plote. The supplementation of vitamin E was in form of α -tocopherol and selenium in form of sodium selenite. We utilized an factorial scheme 4X2 (treatments X meat characteristics) for analyzes of meat quality and one factorial scheme 4X2X2 (treatments X immunization X post immunization) for the analyzes immunological. The results show that selenium afforded the worst performance zootechnical in birds. No significant difference for carcass yield. Already for cuts yield selenium favored the lowest breast yield and higher yield of wings in birds. For meat quality, the results show that supplementation only of selenium provided a lowest intensity of red, greater weight loss by cooking and a smaller shear force, while that supplementation of vitamin E provided a low oxidation of the flesh. When evaluating meat characteristics normal and PSE (Pale, Soft and Exudative), observes-if that meat PSE presented smaller pH, intensity of red and retention capacity water, besides higher luminosity values, yellow intensity, weight losses by cooking and lipid oxidation. The amount of vitamin E deposited in muscle, was higher in treatments where were suplementated vitamin. Regarding activity of phospholipase A₂ (PLA₂), observes-if that supplementation of only selenium provided smaller activity this enzyme and not there was difference this in relation to meats normal and PSE. The incidence this anomaly was not influenced by supplementations of vitamin E and/or selenium. As to the system immune, for titles totals of antibodies no significant difference, but there was a significant interaction between time postimmunization and inoculation, where a difference was significant for the effect of inoculation and for the effect of time postimmunization in the inoculated birds with erythrocyte mutton. To the titles of IgY and titles of antibodies natural, observes-if that there was a statistical difference between the times postimmunization, where greater output occurred in 2^o post immunization (42^o day of life). No significant difference for the relative weight of lymphoid organs. Thus, it is concluded that vitamin E showed to be efficient antioxidant in the prevention of lipid oxidation, for the quality of meat it was observed that there was no synergism between vitamin E and selenium. The performance zootechnical was worst for birds supplemented with selenium, thus compromising the cuts yield. To the immune system to supplementation of vitamin E and/or selenium in diet of birds not affo ' ' any improves.

Key Words: PSE meat. Phospholipase A₂. Micro minerals. Lymphoid organs. Lipid oxidation. Antibodies titles.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

- Tabela 1** – Composição percentual e calculada das rações nas diferentes fases de criação45
- Tabela 2** – Características de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio.....46
- Tabela 3** – Rendimento de carcaça e de cortes de frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio e abatidos aos 42 dias idade46
- Tabela 4** – Títulos de anticorpos totais e IgY aos 21 e 42 dias de idade em frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio.....47
- Tabela 5** – Desdobramento para títulos totais de anticorpos anti-hemácia de carneiro aos 21 e 42 dias de idade em frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio.....47
- Tabela 6** – Títulos de anticorpos naturais anti-hemácia de coelho aos 21 e 42 dias de idade em frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio.....48
- Tabela 7** – Peso relativo dos órgãos linfóides aos 21 e 42 dias de idade em frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio.....48

ARTIGO 2

- Tabela 1** – Composição percentual e calculada das rações de frangos de corte nas diferentes fases de criação63
- Tabela 2** – Médias observadas para pH, luminosidade (L*), a*, b*, Razão a*/b*, Oxidação Lipídica, Capacidade de Retenção de Água (CRA), Perda de Peso por Cozimento (PPC), Força de cisalhamento (Newton) em frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio.....64

Tabela 3 – Atividade enzimática da fosfolipase A2 (PLA2) total e dependente de cálcio e concentração de vitamina E e selênio no músculo Pectoralis Major de frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio.....	64
Tabela 4 – Incidência de carnes PSE e normal em frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio.....	65

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	AVICULTURA BRASILEIRA	15
2.2	OXIDAÇÃO E ANTIOXIDANTES	16
2.3	SELÊNIO	17
2.4	VITAMINA E	20
2.5	CARNES PSE	22
2.6	SISTEMA IMUNE DAS AVES	23
3	OBJETIVOS	27
3.1	OBJETIVO GERAL	27
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
	REFERÊNCIAS	28
4	ARTIGOS PARA PUBLICAÇÃO	33
4.1	ARTIGO 1 - AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO, RENDIMENTO DE CARÇAÇA E DE CORTES E SISTEMA IMUNOLÓGICO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM VITAMINA E E/OU SELÊNIO	33
4.1.1	Resumo e Abstract	33
4.1.2	Introdução	34
4.1.3	Material e Métodos	36
4.1.3.1	Animais e tratamentos	36
4.1.3.2	Desempenho zootécnico	36
4.1.3.3	Rendimento de carcaça e de cortes	36
4.1.3.4	Teste de hemaglutinação	37
4.1.3.5	Determinação do peso dos órgãos linfóides (timo, baço e bursa de fabricius)	38
4.1.3.6	Análise estatística	38
4.1.4	Resultados e Discussão	39
4.1.5	Conclusão	42

4.1.6	Referências	42
4.2	ARTIGO 2 – QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS SUPLEMENTADAS COM VITAMINA E E/OU SELÊNIO	49
4.2.1	Resumo e Abstract	49
4.2.2	Introdução.....	50
4.2.3	Material e Métodos	51
4.2.3.1	Animais e tratamentos	51
4.2.3.2	Manejo pré-abate e abate.....	51
4.2.3.3	Características analisadas	52
4.2.3.3.1	<i>Medição do pH</i>	52
4.2.3.3.2	<i>Medição da cor</i>	52
4.2.3.3.3	<i>Determinação de metamioglobina</i>	52
4.2.3.3.4	<i>Classificação das amostras</i>	52
4.2.3.3.5	<i>Capacidade de retenção de água (CRA)</i>	53
4.2.3.3.6	<i>Perda de peso por cozimento (PPC)</i>	53
4.2.3.3.7	<i>Força de cisalhamento</i>	53
4.2.3.3.8	<i>Medida de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)</i>	53
4.2.3.3.9	<i>Medida da atividade da fosfolipase A₂ (PLA₂)</i>	54
4.2.3.3.10	<i>Determinação de vitamina E na carne</i>	54
4.2.3.3.11	<i>Determinação do selênio na carne</i>	55
4.2.3.4	Análise estatística	55
4.2.4	Resultados e Discussão	55
4.2.5	Conclusão.....	60
4.2.6	Referências	60
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
	ANEXOS	67

1 INTRODUÇÃO

A avicultura comercial é uma das atividades econômicas com maior desenvolvimento tecnológico no Brasil. 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 à nutrição. Estes fatores fazem com que a busca por diferentes elementos que possam auxiliar no aumento de produtividade seja cada vez mais intensa (FUNARI JÚNIOR, 2008).

Na cadeia produtiva de aves, são vários os fatores (nutrição, manejo e sanidade) a serem controlados para evitar perdas e garantir a manutenção da qualidade da carne de frango e conseqüentemente os lucros e produtividade. Com relação à qualidade da carne, um dos maiores problemas é o desenvolvimento do PSE, originário das iniciais das palavras da língua inglesa *Pale*, *Soft* e *Exudative* que significam respectivamente, carnes com características pálida, flácida e exsudativa na superfície. Esta carne é resultado de um acelerado metabolismo *post mortem*, que resulta em um rápido declínio do pH enquanto a temperatura da carcaça ainda é alta (~35° C). Esta combinação pode ter como consequência a desnaturação das proteínas miofibrilares causado pelo estresse fisiológico, o que leva a cor pálida da carne e a diminuição da capacidade de retenção de água (BARBUT, 1997; OLIVO et al., 2001). Segundo Olivo et al. (2001), este tipo de carne torna-se inaceitável para os consumidores e em muitos casos impróprios para determinadas aplicações industriais.

Entre os diversos minerais e vitaminas que podem influenciar no desempenho, na qualidade de carne e na imunidade das aves estão o selênio e a vitamina E. O selênio é incluído na dieta em quantidade mínima, mas juntamente com a vitamina E tem grande importância na prevenção de doenças como a diátese exudativa, distrofia muscular e encefalomalácea. O selênio juntamente com a vitamina E é considerado um composto antioxidante, pois compõe enzimas que combatem os radicais livres minimizando a oxidação celular (FUNARI JÚNIOR, 2012).

Assim, este trabalho objetivou avaliar as características produtivas, imunológicas e de qualidade de carne de frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AVICULTURA BRASILEIRA

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial e o maior exportador de frangos de corte (UBABEF, 2012). Apesar das crises econômicas que frequentemente assolam o país, a avicultura de corte vem evoluindo de maneira contínua.

A demanda por produtos industrializados a base de carne de aves nas últimas quatro décadas tem proporcionado um aumento considerável na produção desses animais. No Brasil, a produção de carne de frango chegou a 13,058 milhões de toneladas em 2011, um crescimento de 6,8% em relação a 2010. Com este desempenho, o Brasil se aproxima da China, hoje o segundo maior produtor mundial, cuja produção de 2011 foi de 13,2 milhões de toneladas, abaixo apenas dos Estados Unidos, com 16,757 milhões de toneladas (UBABEF, 2012). No ano de 2012, houve uma pequena redução das exportações de carne pelo Brasil de 41,4% para 39,7%, este recuo foi o primeiro na produção nacional de carne de frango desde o ano 2000. No entanto, a indústria prevê aumento de 3% na produção e nas exportações em 2013 (AVEWORLD, 2013).

Os estados do Sul e Sudeste são os maiores produtores de frangos do país. O Centro-Oeste vem se transformando numa região cada vez mais importante para a avicultura, especialmente pelo volume de produção de milho e soja (UBABEF, 2012).

A evolução do consumo é a maior evidência da boa aceitação do frango pelo consumidor brasileiro. O consumo *per capita* de frangos no Brasil em 1973 era de cerca de 4,0 kg (COTTA, 2003). Já no ano de 2011 houve um novo recorde para o consumo *per capita* de carne de frango que atingiu 47,4 kg (UBABEF, 2012).

A carne de frango tornou-se definitivamente um hábito alimentar do brasileiro por ser não apenas uma proteína animal barata, mas principalmente, por representar um alimento saudável e nutritivo. Em pesquisa realizada pela União Brasileira de Avicultura, 85% das famílias brasileiras entrevistadas consideram o frango uma carne saudável e a maioria delas (58%) consome o produto pelo menos duas ou três vezes por semana (AZEVEDO, 2012).

2.2 OXIDAÇÃO E ANTIOXIDANTES

Para controlar os processos oxidativos empregam-se diferentes metodologias, entre elas, destaca-se o uso de antioxidantes. Entretanto, o uso deste aditivo é restrito a produtos cárneos, não sendo permitida sua utilização em carnes frescas e congeladas (BRASIL, 1998). Assim, a adição de antioxidantes na ração dos animais é considerada uma alternativa para o controle de processos oxidativos e melhoria da qualidade da carne. Neste sentido, a suplementação na ração animal com vitamina E e com mineral selênio tem demonstrado influenciar a manutenção do sistema antioxidante do animal (JORDÃO et al.; 1998; OLIVO et al., 2001; BOIAGO, 2006).

A ação dos antioxidantes se dá normalmente, retardando o início da peroxidação, às vezes competindo com o sítio de ligação do O₂, bloqueando a reação inicial através da destruição ou complexação dos radicais livres contendo oxigênio ativo, inibindo o processo catalítico da oxidação (BERTECHINI, 2006).

A oxidação é um processo fundamental no metabolismo dos animais, pelo qual os nutrientes provenientes dos alimentos são oxidados com a finalidade de gerar calor, produzir energia para os processos metabólicos e transformar nutrientes em tecido corporal (ROCHA, 2010). Por outro lado, enquanto o oxigênio é essencial ao metabolismo, os sistemas biológicos oferecem condições favoráveis para ocorrência de reações oxidativas, que formam substâncias reativas de oxigênio e nitrogênio, capazes de destruir componentes importantes dos alimentos (vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais), além de causar danos às estruturas celulares e aos tecidos animais (ADAMS, 1999).

Os radicais livres são originados da atividade normal das células. As próprias células e os tecidos estão constantemente sob o ataque destas substâncias e moléculas. Situações de estresse podem, também, originar a oxidação de lipídios e proteínas. A resposta imunológica a antígenos também gera radicais livres como forma de destruir organismos invasores. Portanto, os antioxidantes têm por finalidade reduzir os efeitos dos radicais livres e dos metabólitos tóxicos que podem prejudicar a reprodução, o crescimento normal e a capacidade de resposta imunológica dos animais (SURAI, 2006).

Na qualidade da carne a oxidação é a principal causa da deterioração de vários produtos, alterando diversas propriedades, como a

característica sensorial (sabor, aroma, textura e cor), o valor nutricional e a toxicidade. Tais mudanças podem ter sua origem durante a produção, o processamento, o armazenamento e o preparo do alimento (CORTINAS et al, 2005).

2.3 SELÊNIO

O selênio é um nutriente essencial nas dietas dos animais e está relacionado ao sistema antioxidante do organismo por fazer parte da enzima glutathione peroxidase (GIERUS, 2007). A deficiência de selênio pode causar patologias bioquímicas, estruturais e funcionais (GOMES, 2008).

A necessidade de ingestão de selênio é muito próxima da quantidade relativa ao limite máximo tolerado e, por este motivo, dependendo da quantidade ingerida do mineral, podem ocorrer sintomas de deficiência bem como de toxicidade (COMINETTI, 2011). Segundo Gierus (2007), dietas com teores menores que 0,1mg/kg são considerados deficientes. Já para valores de toxidez Surai (2002) não observou sinais de intoxicação em doses menores que 5mg/Kg de ração. Todorovic, Mihalovic, Hristov (1999) suplementando frangos de corte contendo 0, 2, 5, 10, 15 e 20 mg Se/kg de ração na forma de selenito de sódio obteve um decréscimo de 24,5, 62,7 e 96,6% no ganho de peso para as dietas contendo 10, 15 e 20 mg Se/kg respectivamente. Nesta mesma ordem a mortalidade foi de 26,7, 60 e 80%.

O selênio também é essencial na dieta humana e como a maior parte dos solos do mundo é pobre em selênio, os alimentos produzidos são pobres nesse mineral. Assim, a suplementação na dieta dos animais pode ser uma alternativa para o fornecimento deste elemento aos humanos. Este fato se deve a deposição do selênio em produtos de origem animal (carne, leite, ovos) oriundos de animais alimentados com selênio na dieta, melhorando não só a saúde e o desempenho dos animais, mas também elevando o nível deste mineral em seus produtos (PAN et al., 2007).

Existem duas fontes principais de suplementação de selênio para as aves: uma fonte na forma de seleno-aminoácidos, também chamada de selênio orgânico, que inclui a selenometionina e selenocisteína, e a outra forma como selênio inorgânico como, por exemplo, os selenitos ou selenato, sendo que a principal fonte de selênio usada nas rações para as aves está na forma inorgânica,

como selenito de sódio, normalmente incluídos como suplementação mineral (SAAD, 2009).

O mecanismo pelo qual o selênio é absorvido determina sua taxa de absorção. As fontes orgânicas e inorgânicas não são absorvidas pelo mesmo mecanismo. A maior parte do selenito é absorvida no duodeno por difusão passiva enquanto o selenato é ativamente absorvido no íleo por co-transporte com íons de sódio (EDENS; GOWDY, 2004).

Segundo Schrauzer (2000), o selênio na forma de selenometionina, é absorvido no intestino por transporte ativo, pelo mesmo mecanismo de absorção das proteínas, e não de forma passiva como classicamente é o transporte dos minerais. Além disso, a forma conjugada à proteína pode ser metabolizada como aminoácido e ter uma reduzida perda por excreção, proporcionando assim maior biodisponibilidade.

De acordo com Buckley (2000), do total de selênio consumido oralmente na forma de selenito, 84% é absorvido, e deste, 90% é conduzido ao fígado e 58% retorna ao intestino delgado via bile, sendo reabsorvido. Do fígado é lançado ao plasma, indo aos tecidos periféricos, perdendo, nesse percurso, 18% nas fezes e 17% na urina. Enquanto que o modelo cinético do metabolismo do selênio como selenometionina pode apresentar uma absorção de 98%, com maior taxa de absorção e muito pouco retorno ao intestino delgado. Do absorvido, 43% chega aos tecidos periféricos muito lentamente, o que não é conseguido pelo selênio na forma de selenito. As perdas observadas são de 4% e 11% nas fezes e urina, respectivamente. Por esse motivo, Seixas e Kehrig (2007) defendem o uso de selênio orgânico na suplementação dos animais, pois a diminuição na porcentagem de excretas faz com que haja maior deposição do selênio no organismo animal e menor deposição no ambiente, e por ser considerado tóxico e contaminante esse mineral traria menos danos ao meio ambiente quando fornecido aos animais em sua forma orgânica.

O selênio aumenta a estabilidade oxidativa participando de várias funções fisiológicas como parte integrante das selenoproteínas. A glutathione peroxidases (GSH-Px) são as selenoproteínas mais conhecidas, capazes de proteger as membranas celulares dos danos causados pela oxidação, destruindo os peróxidos de hidrogênio e os hidroperóxidos, convertendo-os em formas menos reativas (GOMES, 2008).

As selenoproteínas desempenham uma importante função no metabolismo do hormônio da tireoide. Entre elas, está a selenoproteína iodotironina deiodinase que é responsável pela conversão da forma inativa da tiroxina (T4) na forma ativa 3,5,3' –triodotironina (T3) (ARTHUR; NICOL; HUTCHINSON, 1990). Visto que o hormônio T3 atua sobre o crescimento do animal através do *turnover* proteico, a deficiência de selênio poderia afetar este *turnover* e, conseqüentemente, o crescimento animal pela redução da síntese de T3 (DAHLKE et al., 2005).

Em trabalho realizado por Wang e Xu (2008) suplementando a dieta de frangos de corte com 0,2 mg selênio/kg na forma de selenito de sódio (forma inorgânica) ou selênio levedura (forma orgânica), observaram diferença significativa para conversão alimentar das aves tratadas com selênio em relação às aves do tratamento controle, porém não foram observadas diferenças para peso final, viabilidade e ganho diário entre as fontes de selênio.

O papel do selênio na melhora da qualidade da carne deve-se ao fato de exercer suas funções por meio das selenoproteínas, as quais apresentam ação antioxidante. A síntese de selenoproteínas é totalmente dependente da disponibilidade de selênio. Em razão disso, algumas enzimas perdem sua atividade mais rapidamente devido a deficiência de selênio, o que implica menor defesa antioxidante (COMINETTI et al, 2011).

Boiago (2006) em seu experimento forneceu às aves dietas suplementadas com concentrações de 0,3 e 0,5 mg de selênio/kg de ração de diferentes fontes do mineral, Sel-Plex e selenito de sódio. A utilização da fonte orgânica (Sel-Plex) ao invés de selenito de sódio proporcionou menor oxidação da carne do peito das aves armazenadas por 7 e 15 dias a 4°C, além de menor luminosidade e maior pH quando comparada ao selenito de sódio.

Skriwan et al. (2008) avaliaram a suplementação na forma de selenito de sódio e selenometionina e observaram que estes promoveram aumento dos níveis de selênio na carne do peito com ambas as fontes. Além disto, o selenometionina proporcionou maior proteção à carne, visto que este produziu menor teor de malonaldeído quando comparado com o selenito de sódio e com o controle.

2.4 VITAMINA E

Apesar das vitaminas estarem presentes nos ingredientes de origem vegetal e de origem animal, a inclusão vitamínica nas rações de frangos de corte é reconhecidamente necessário, pois as quantidades das vitaminas nesses ingredientes são insuficientes para atender às necessidades das aves. Além disso, há grande variação na própria quantidade das vitaminas devido a fatores como clima, solo e processamento dos grãos e quanto ao processamento dos subprodutos de origem animal (TOLEDO; NASCIMENTO, 2010).

O representante mais importante do grupo da vitamina E, de ocorrência natural, é o α -tocoferol, o qual está disponível principalmente como acetato. A vitamina E possui várias funções diferentes, sendo que uma das mais importantes é a de antioxidante intracelular, prevenindo a oxidação de lipídios insaturados dentro das células, protegendo tanto as membranas internas quanto as externas dos danos resultantes desta oxidação. Como antioxidante, a vitamina E reduz patologias induzidas por radicais livres, os quais são produzidos durante a inflamação e pelo metabolismo normal do organismo (KINDLEIN, 2002).

Segundo Bertechini (2006), como antioxidante celular, a vitamina E intervêm na estabilização dos ácidos graxos polinsaturados da fração lipídica das membranas celulares, evitando a formação de lipoperóxidos tóxicos. Exerce também atividade de proteção à membrana eritrocítica, através do aumento da sua resistência ao peróxido de hidrogênio.

Souza et al. (2006) avaliando diferentes níveis de suplementação de vitamina E (0, 100, 150 e 200 mg/kg) observaram que não houve diferença significativa entre os parâmetros zootécnicos avaliados (peso vivo, consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade). Para análise de oxidação lipídica (TBARS), houve uma diferença significativa entre os tratamentos, onde verificou-se que quanto maior a concentração de vitamina E na carne, menores os valores obtidos para TBARS. Segundo estes autores, independentemente das condições de armazenamento, o uso da vitamina E contribuiu significativamente para diminuir a oxidação da carne.

Em trabalho realizado por Niu et al. (2009) avaliando níveis de suplementação de vitamina E na dieta (0, 100 e 200 mg/kg de ração) não observaram diferença significativa entre os níveis de suplementação na ração para

ganho de peso e consumo de ração. Já a conversão alimentar foi afetada significativamente, a pior conversão alimentar foi observada nos frangos suplementados com 100 mg/kg de ração, ao passo que não foi observada nenhuma diferença significativa na conversão alimentar dos frangos suplementados com 200 mg/kg de ração comparando com o tratamento controle.

Higgins et al. (1998), suplementando com vitamina E a dieta de perus com 600 mg/kg de ração, verificaram diminuição da oxidação lipídica (TBARS) no músculo do peito. Da mesma maneira, Combs e Regenstein (1980) observaram que a suplementação da dieta com vitamina E reduziu os danos causados pela peroxidação na carne da coxa de frangos de corte. Este estudo mostrou também uma melhora quando a dieta foi suplementada em combinação com selênio.

Cortinas et al. (2005) concluíram que a suplementação com até 200 ppm de α -tocoferol previne até 88% da máxima oxidação lipídica, no entanto, níveis superiores a este não melhoraram a estabilidade da carne de coxa de frangos.

Scheideler, Weber e Monsalve (2010) trabalhando com a suplementação de selênio orgânico ou inorgânico (0,55 ou 0,75 ppm/kg de ração) e vitamina E (50, 100 ou 150 UI/kg de ração) em galinhas poedeiras observaram que as aves que foram suplementadas com 50 UI/kg de ração tiveram uma baixa produção de ovos (87,5%) comparada com as aves suplementadas com 150 e 100 UI/kg de ração (92,4 e 92,1% respectivamente). Os níveis de vitamina E e selênio e as fontes de selênio não tiveram efeito significativo para consumo de ração, conversão alimentar, peso do ovo e ganho de peso. As aves que consumiram menores níveis de vitamina E na dieta (50 UI/kg) tiveram menores níveis de α -tocoferol na gema (121,74 μ g/g) comparada às galinhas alimentadas com níveis de 100 (260,84 μ g/g) e 150 UI/kg (373,40 μ g/g) de vitamina E.

O acúmulo da vitamina E (α -tocoferol) é dependente da quantidade e do tempo de suplementação, podendo sua concentração variar nos diferentes tecidos (ARNOLD et al., 1993 ; LIU et al., 1996; GUIDERA et al., 1997; MORRISSEY et al., 1997). Em geral, 200 UI/kg de ração é a quantidade necessária para conferir a estabilidade lipídica às carnes (JENSEN; LAURIDSEN; BERTELSEN, 1998; MORRISSEY et al., 1998). Buckley, Morrissey, Gray (1995) concluíram que a vitamina E quando adicionada *post mortem* não é tão efetiva quanto à incorporação através da dieta animal, possivelmente por não permanecer como parte integrante da membrana celular.

O aumento da concentração de α -tocoferol nos tecidos protege não apenas os lipídios localizados na membrana, mas também a oxidação da oximioglobina (GUIDERA et al., 1997; SHIMOKOMAKI; OLIVO; FRANCO, 1997). Diversos trabalhos demonstraram redução na descoloração da superfície de carnes ou retenção da cor vermelha em carnes suplementadas com α -tocoferol (LIU; LANARY; SCHAEFER, 1995; GUIDERA et al., 1997; SHIMOKOMAKI; OLIVO; FRANCO, 1997; OLIVO et al., 2001). O fato foi atribuído à hipótese do efeito estabilizador do pigmento heme na forma de oximioglobina (MITSUMOTO et al., 1998; OLIVO et al., 2001).

2.5 CARNES PSE

O termo PSE é originário das iniciais das palavras da língua inglesa *Pale, Soft e Exudative*. A condição PSE é geralmente caracterizada pela cor pálida, textura macia e baixa capacidade de retenção de água (CRA). Esta carne é resultado de um acelerado metabolismo *post mortem* o que resulta num rápido declínio do pH enquanto a temperatura da carcaça ainda é alta (~35° C). Esta combinação pode ter como consequência a desnaturação das proteínas miofibrilares causado pelo estresse fisiológico, o que leva a cor pálida da carne e a diminuição da CRA (BARBUT, 1997; OLIVO et al., 2001).

As causas da carne PSE podem ser a genética, o ambiente, ou a combinação de ambos. Em suínos, uma mutação genética no receptor de rianodina foi identificada e tem sido associado com os animais que são susceptíveis ao estresse e propensos ao desenvolvimento das carnes PSE. Já em aves, não há evidências de que o desenvolvimento das carnes PSE esteja ligado à mutação no receptor de rianodina. A carne PSE em aves está associada com fatores estressantes *ante mortem* e *post mortem*, incluindo o estresse pelo calor e práticas de manejo pré-abate (OWENS; ALVARADO; SAMS, 2009). A incidência de carnes PSE em frangos e perus pode variar de aproximadamente 5 a 40% (BARBUT, 1996; WOELFEL et al., 2002).

Dentre os fatores ambientais que podem induzir a ocorrência de PSE na carne, o estresse pelo calor durante a fase pré-abate desempenha um papel importante. Em trabalho realizado por Petracci et al. (2004), considerando-se três diferentes estações (verão, outono e inverno), verificou-se que a incidência de PSE

é maior nas épocas quentes. Durante o verão, os filés de frango do músculo do peito apresentaram valores de luminosidade mais elevados (53,1) em relação àqueles obtidos durante o outono (52,8) e o inverno (51,3). Neste mesmo trabalho, observou-se que a incidência de PSE foi de 15,5% no verão, 11,3% no outono e 2,7% no inverno. Os mesmos resultados foram obtidos por Bianchi, Petracci, Cavani (2006) e por McCurdy, Barbut, Quinton (1996).

Acredita-se também que a enzima fosfolipase A₂ (PLA₂) tenha um papel importante na formação da carne PSE. As mitocôndrias contêm PLA₂, as quais podem ser estimuladas pelo Ca⁺² e pela anóxia. Esta enzima está envolvida com a liberação de Ca⁺² das mitocôndrias. Em animais descansados, enquanto há oxigênio disponível e o Ca⁺² está retido, a fosfolipase mitocondrial está latente. Com a liberação do Ca⁺² da membrana mitocondrial durante a anaerobiose, ocorre a ativação da fosfolipase A₂, a qual por sua vez, causa a hidrólise dos fosfolipídios presentes nesta membrana, resultando na formação de ácidos graxos insaturados de cadeia longa e metabólitos. Estes produtos da ação da PLA₂ podem causar a desestabilização das membranas, resultando no intumescimento das mitocôndrias, acompanhado simultaneamente pela saída de mais Ca⁺² (CHEAH; CHEAH; KRAUSGRILL, 1995).

Olivo et al. (2001) demonstraram que frangos de corte suplementados com vitamina E inibiu o desenvolvimento do PSE em frangos estressados pelo calor, melhorando as propriedades funcionais da carne.

2.6 SISTEMA IMUNE DAS AVES

As pesquisas em nutrição de frangos de corte estão em busca de ajustes que forneçam as aves os nutrientes necessários para o bom funcionamento do sistema imune e que isto reflita em melhor desempenho produtivo. A resposta imune é de grande importância no desempenho de frangos 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 sistema imune saudável é de grande importância para o desempenho produtivo já que à campo a ave enfrentará diversos desafios imunitários (FUNARI JÚNIOR, 2008). Segundo Pickler e Hayashi (2012), quando o sistema imune funciona adequadamente, o animal apresenta-se saudável. Nessas condições, o sistema imune consome poucos

recursos energéticos. Se ativado, torna-se um grande consumidor de energia e nutrientes afetando diretamente o desempenho das aves.

A importância da capacidade de resposta aos desafios, por meio do sistema imune, e sua correlação negativa com os parâmetros zootécnicos, tornou-se hoje um dos principais alvos no desenvolvimento de estratégias que visam à geração de vacinas e imuno-estimulantes. A eficácia destes produtos e a determinação do melhor momento de uso, bem como a necessidade de se mensurar seus efeitos, exige de outro lado à implementação de ferramentas úteis no campo (CARON, 2010).

Assim, a nutrição surge como uma importante ferramenta para o bom funcionamento do sistema imune em estados patológicos de imunodepressão, bem como a manutenção de estados saudáveis em aves (PICKLER; HAYASHI, 2012).

Animais sem um sistema imune robusto são mais suscetíveis a doenças, o que pode levar ao aumento da mortalidade, pior eficiência e, também perdas produtivas e econômicas para o produtor (RICHARDS et al., 2012).

A resposta imune pode ser do tipo inata ou natural e do tipo adaptativa ou adquirida. A inata consiste de mecanismos de defesa celulares e bioquímicos preexistentes, que respondem de maneira rápida e inespecífica a qualquer substância estranha ou agente infeccioso, independentemente de um contato prévio. A resposta adaptativa é estimulada pela exposição a agentes infecciosos, cuja magnitude e capacidade defensiva aumentam com exposições posteriores a um mesmo micro-organismo. Essa resposta caracteriza-se por ser específica em distinguir diferentes moléculas e ter a habilidade de responder com mais intensidade e rapidez a exposições subsequentes ao mesmo antígeno, à chamada memória imunológica. Nesse sistema, quanto mais um indivíduo é exposto a um patógeno, mais eficiente será a defesa do organismo contra esse invasor (ABBAS; LICHTMAN; POBER, 2000; TIZARD, 2008).

O sistema imune adquirido consiste em duas grandes linhas de defesa, cada uma delas específicas para cada categoria de invasores. Uma dessas linhas é direcionada contra os micro-organismos invasores extracelulares. Nesse caso, glicoproteínas denominadas anticorpos são responsáveis pela eliminação dos invasores. Essa forma de resposta imune pode ser chamada de resposta imune humoral. A outra linha principal é direcionada contra os micro-organismos

intracelulares, nesse mecanismo, células especializadas destroem as células infectadas ou anormais. Esse tipo de resposta é conhecido como resposta imune celular (TIZARD, 2008).

Caso um antígeno seja inoculado em um animal, anticorpos capazes de se ligar a esses antígenos serão produzidos, gerando assim a sua destruição. Os anticorpos são específicos e somente se ligam aos antígenos que estimularem sua produção. Quando os anticorpos surgem no soro, os níveis se elevam até atingirem o pico (cerca de 10 a 20 dias). Durante a primeira resposta, a quantidade de anticorpos formados é, portanto, a proteção conferida é relativamente pequena. Se em um momento posterior, uma segunda dose for inoculada no mesmo animal e houver uma resposta humoral, o período de latência demorará não mais do que 2 ou 3 dias (TIZARD, 2008).

Quando se compara a resposta do animal à primeira dose do antígeno, a segunda resposta ocorre de forma mais rápida, os anticorpos atingem níveis bem mais elevados e persistem por mais tempo. Essa resposta secundária é específica e somente é estimulada por uma segunda inoculação do antígeno. Essas características da resposta secundária indicam que o sistema responsável pela produção de anticorpos apresenta uma memória em relação às exposições prévias ao antígeno. Os níveis de anticorpos no soro são regulados de forma que eventualmente parem de aumentar, mesmo após múltiplas inoculações do antígeno ou exposições aos mais diferentes tipos de antígenos (TIZARD, 2008).

O sistema imune é formado por órgãos bem estruturados e por agrupamentos de linfócitos associados aos epitélios de revestimento em praticamente todo o organismo. Entre os órgãos do sistema imune distinguem-se os órgãos linfóides primários ou centrais: timo, medula óssea (ou Bursa de Fabricius nas aves), que são responsáveis pela geração de populações de linfócitos que povoam os vários outros órgãos. Os órgãos linfóides secundários são o baço, linfonodos, tecido linfóide associado às mucosas do aparelho digestivo, incluindo placas de Peyer e tecido linfóide associado às mucosas do aparelho respiratório (CALICH; VAZ, 2009).

O timo é o órgão onde ocorre a proliferação e diferenciação de células precursoras em linfócitos T, os quais emigram deste órgão e se distribuem pelos vários órgãos secundários (CALICH; VAZ, 2009). Localiza-se na cavidade torácica, estando à frente, porém mais abaixo, do coração. Em equinos, bovinos,

ovinos, suínos e aves, ele se estende do pescoço até a glândula tireóide. A bursa de Fabricius é um órgão encontrado somente nas aves, é uma bolsa arredondada localizada logo acima da cloaca. Ela atinge seu maior tamanho na galinha cerca de 1 a 2 semanas após a eclosão, e então diminuiu à medida que a ave envelhece. A bursa funciona como um local de maturação e diferenciação dos linfócitos B que compõem o sistema produtor de anticorpos. Os órgãos linfóides secundários se formam no final da vida fetal e persistem durante a vida adulta. Além de sua função imunológica, o baço estoca hemácias e plaquetas, recicla o ferro e responde pela produção das hemácias durante a vida fetal. O baço apresenta duas formas de tecido, uma denominada polpa vermelha e é utilizada para o processo de filtração do sangue e para o acúmulo de hemácias e a outra, denominada polpa branca, é rica em linfócitos, consistindo no local onde ocorrem as respostas imunes (TIZARD, 2008). Segundo Vogt (2005), o peso de órgãos linfóides é facilmente medido e reflete a capacidade do organismo de produzir células linfóides durante uma resposta imune.

Em trabalho realizado por Funari Júnior et al. (2012) avaliando a fonte e o nível de selênio no sistema imune, não foi observada nenhum efeito para a variável de resposta à sensibilização com eritrócitos de carneiro. Os resultados mostram que as aves responderam imunologicamente ao estímulo, porém a variação da fonte e do nível de selênio não foi capaz de induzir uma diferença significativa na resposta imunológica das aves.

Leshchinsky e Klasing (2001) verificaram que em níveis moderados de suplementação (25 a 50 UI/kg) a vitamina E foi mais eficiente como imunomodulador do que quando em níveis elevados (100 e 200 UI/kg), no que se refere à produção de anticorpos.

Niu et al. (2009) avaliando níveis de suplementação de vitamina E na dieta (0, 100 e 200 mg/kg de ração) não observaram diferença significativa para o peso dos órgãos linfóides (timo, bursa e baço). Já para os títulos totais de anticorpos, IgM e IgY observou-se que com o aumento do nível da vitamina E na dieta houve um aumento significativo tanto para a resposta primária como na secundária.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as características produtivas, imunológicas e de qualidade de carne de frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Avaliar o desempenho produtivo das aves analisando os seguintes parâmetros zootécnicos: consumo de ração, ganho de peso diário, conversão alimentar e viabilidade criatória;
- ✓ Avaliar os títulos de anticorpos e o peso dos órgãos linfóides das aves.
- ✓ Analisar a qualidade da carne de frango, avaliando os seguintes parâmetros: pH, cor, capacidade de retenção de água, perda por cozimento, força de cisalhamento e oxidação lipídica;
- ✓ Determinar a quantidade de vitamina E e selênio nas carnes de frango e relacioná-la com a atividade da fosfolipase A₂ (PLA₂) e a incidência de PSE nas carnes de frango;

REFERÊNCIAS

- ABBAS, A.K.; LICHTMAN, A.H.; POBER, J.S. **Celular and molecular Immunology**. 4 ed. Philadelphia: W.B Saunders, 2000. 533p.
- ADAMS, C.A. Oxidation and antioxidant. In: _____. **Nutricines: food components in health and nutrition**. Nottingham: Nottingham University Press, 1999, p.11-32.
- ARNOLD, R. N. et al. Tissue equilibration and subcellular distribution of vitamin E relative to myoglobin and lipid oxidation in displayed beef. **Journal Animal Science**, Champaign, v.71, n.1, p.105-118, jan. 1993.
- ARTHUR, J.R.; NICOL, F.; HUTCHINSON, A.R. The effects of selenium depletion and repletion on the metabolism of thyroid hormones in the rat. **Journal of Inorganic Biochemistry**, Nova York, v.39, n. 2, p.101-108, jun. 1990.
- AVEWORLD. **Mercado: Industria de frango vê alta nas importações em 2013**. 2013 Disponível em: <aveworld.com.br/notícias>. Acesso em: 25 junho 2013.
- AZEVEDO, D. Gosto pelo frango vira unanimidade nacional. **Aveworld**, Campinas, v.10, n.58, p. 22-23, jun/jul. 2012.
- BARBUT, S. Estimates and detection of the PSE problem in young turkey breast meat. **Canadian Journal of Animal Science**, Canadá, v. 76, n.3, p.455-457. 1996.
- BARBUT, S. Problem of pale, soft, exudative meat in broiler chickens. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 38, n. 4, p.355-358, nov.1997.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 301p.
- BIANCHI, M.; PETRACCI, M; CAVANI, C. The influence of genotype, market live weight, transportation, and holding conditions prior to slaughter on broiler breast meat color. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, n.1 p. 123-128, jan. 2006.
- BOIAGO, M. M. **Características produtivas e qualitativas da carne de frangos alimentados com diferentes concentrações e fontes de Selênio**. 2006. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal. 2006.
- BRASIL. Portaria nº 1004, de 11 de dezembro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico: "Atribuição de Função de Aditivos, Aditivos e seus Limites Máximos de uso para a Categoria 8 – Carne e Produtos Cárneos", constante do Anexo desta Portaria. **Diário Oficial da União**, Brasília, 14 de dezembro de 1998.
- BUCKLEY, D. J.; MORRISEY, P. A.; GRAY, J. I. Influence of dietary vitamin E on oxidative stability and quality of pig meat. **Journal Animal Science**, Champaign, v.73, n.10 ,p. 3122-3130, out. 1995.
- BUCKLEY, W.T. Trace Element Dynamics. In: D'MELLO J. P.F. **Farm Animal Metabolism and Nutrition**. London: Cabi Publishing, 2000, p. 161-182.

- CALICH, V. L. G.; VAZ, C. A. C. **Imunologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Revinter, 2009.
- CARON, L. F. Avaliando o sistema imune nas diferentes estratégias de manejo. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, n. 1, 2010, Chapecó. **Anais...Concórdia: Embrapa Suínos e Aves**, 2010. p. 112-119.
- CHEAH, K.S., CHEAH, A. M, KRAUSGRILL, D.I. Effect of dietary supplementation of vitamin E on pig meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 39, n. 2, p. 255-264.1995.
- COMBS, G. F., REGENSTEIN, J. M. Influence of selenium, vitamin E and ethoxyquin on lipid peroxidation in muscle tissues from fowl during low temperature storage. **Poultry Science**, Champaign, v. 59, n.2, p. 347-351, fev.1980.
- COMINETTI, C. et al. Estresse oxidativo, selênio e nutrigenética. **Nutrire**, São Paulo, v.36, n.3, 131-153, dez. 2011
- CORTINAS, L. et al. Influence of the dietary polyunsaturation level on chicken meat quality: lipid oxidation. **Poultry Science**, Champaign , v.84, n.1, p. 48-55, jan. 2005
- COTTA, T. **Frangos de corte: criação, abate e comercialização**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003.
- DAHLKE, F. et al. Suplementação dietética de selênio para frangos de corte e seus efeitos sobre o empenamento. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v.10, n.1, p. 27-33, 2005.
- EDENS, F.W; GOWDY, K.Y.M. Selenium sources and Selenoproteins in practical poultry production. In: PROCEEDINGS OF ALLTECH'S 20TH ANNUAL SYMPOSIUM, n. 20, 2004, Lexington. **Anais...** Lexington: Alltech, 2004. p.35-55.
- FUNARI JÚNIOR, P. **Efeitos de diferentes fontes e níveis de selênio sobre o desempenho e a imunidade humoral de frangos de corte**. 2008. Dissertação (mestrado) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Pirassununga, 2008.
- FUNARI JÚNIOR, P. et al. Diferentes fontes e níveis de selênio sobre a imunidade humoral de frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.1, p.154-159, jan.2012.
- GIERUS, M. Fontes orgânicas e inorgânicas de selênio na nutrição de vacas leiteiras: digestão, absorção, metabolismo e exigências. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 1212-1220, jul/ago. 2007.
- GOMES, G. R. **Suplementação com Selênio orgânico nas dietas de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2008. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, Jaboticabal.
- GUIDERA.J. et al. The effect of dietary vitamine E supplematation on the quality of fresh and frozen lamb meat. **Meat Science**, Barking, v.45, n.1, p.33-43, jan. 1997.

HIGGINS, F. M. et al. Assesment of alfa-tocopheryl acetate supplementation, addition of salt and packaging on the oxidative stability of raw turkey meat. **British Poultry Science**, Edinburgh , v. 39,n.5, p. 596-600, dez. 1998.

JENSEN, C.; LAURIDSEN, C.; BERTELSEN, G. Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. **Trends in Food Science e Technology**, v.9 n. 2, p. 62-72, fev. 1998.

JORDÃO, A. A. J. et al. Peroxidação lipídica e etanol: papel da glutathiona reduzida e da vitamina E. **Medicina**, Ribeirão Preto, v.31, p.434-449, jul/set. 1998

KINDLEIN, G. **A Influência da alimentação com diferentes níveis de vitamina E e selênio sobre a produção de imunoglobulina Y (IgY) no soro de poedeiras leves vacinadas contra *Escherichia Coli* e Encefalomielite Aviária.** 2002. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre. 2002.

LESHCHINSKY, T.V.; KLASING, K. C. Relationship between the level of dietary vitamin E and the immune response of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n.11, p. 1590-1599, nov. 2001.

LIU, Q.; LANARY, M. C.; SCHAEFER, D. M. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. **Journal of Animal Science**, Champaing, v.73,n.10 p. 3131-3140, out. 1995.

LIU, Q. et al. Color coordinates for assessment of dietary vitamin E effects on beef color stability **Journal of Animal Science.**, Champaing, v.74, n.1, p.106-116, jan. 1996.

MCCURDY, R. D.; BARBUT,S.; QUINTON, M. Seasonal effect on pale soft exudative (PSE) occurrence in young turkey breast meat. **Food Research International**, v. 29, n. 3-4, p.363-366, abr/maio,1996.

MITSUMOTO, M. et al. Effect of week before slaughter on drip, colour and lipid stability during display in Japanese black steer beef. **Meat Science**, v.49, n.2, p. 165-174. 1998.

MORRISSEY, P.A. et al. Tissue content of alfa-tocopherol and oxidative stability of broilers receiving a-tocopheryl acetate supplement for various periods preslaughter. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 38, n. 1,p.84-88, mar. 1997.

MORRISSEY, P. A. et al. Lipid stability in meat and meat products. **Meat Science**, Barking, v. 49, supl., p.73-86. 1998.

NIU et al.Effects of different levels of vitamin E on growth performance and immune responses of broilers under heat stress. **Poultry Science**, Champaign, v.88, n.10, p. 2101-2107, out. 2009.

OLIVO, R et al. Dietary vitamin E inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. **Journal of Food Biochemistry**, Malden, v.25, n.4, p.271-283, set. 2001.

- OWENS, C.M.; ALVARADO, C.Z.; SAMS, A.R. Research developments in pale, soft, and exudative turkey meat in North America. **Poultry Science**, Champaign, v.88, n.7, p. 1513-1517, jul. 2009.
- PAN, C. et al. 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, fev. 2007.
- PETRACCI, M. et al. Color variation and characterization of broiler breast meat during processing in Italy. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 12, p. 2086-2092, dez. 2004.
- PICKLER, L.; HAYASHI, R. M. Imunidade e aditivos nutricionais no controle de Salmonella. **Aveworld**, Campinas, v.10, n.58, p. 58-61, jun/jul. 2012.
- RICHARDS, J et al. Microminerais trazem resultados imunológicos e estruturais. **Aveworld**, Campinas, v.10, n.58, p. 66-71, jun/jul. 2012.
- ROCHA, C. **Qualidade do óleo de soja e adição de vitamina E na ração de perus**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- SAAD, M.B. **Efeito da suplementação de selênio orgânico na resposta imunológica de frango de corte**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.
- SCHEIDELER, S. E.; WEBER, P.; MONSALVE, D. Supplemental vitamin E and selenium effects on egg production, egg quality, and egg deposition of α -tocoferol and selenium. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v.19, n. 4, p. 354-360, dez.2010.
- SCHRAUZER, G.N. Anticarcinogenic effects of selenium. **Cell Molecular Life Science**, California, v.57, n.13-14, p.1864-1873, dez. 2000.
- SEIXAS, T.G; KEHRIG, H. A. O selênio no meio ambiente. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 264-276, nov. 2007.
- SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; FRANCO, E.O. Qualidade da carne de frango suplementado com dieta contendo vitamina E. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, n.2, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: Proceedings, 1997. p.179.
- SKRIVAN, M. et al. Dietary selenium increases vitamin E contents of egg yolk and chick meat. **British Poultry Science**, Edinburgh, v.49, n.4, p. 482-486, jul. 2008.
- SOUZA, P. A. de et al. Efeito da suplementação de vitamina E no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 101, n. 557-558, p. 87-94, jan/jun. 2006.
- SURAI, P. R. Selenium. In: **Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction**. Nottingham University Press. Nottingham, UK, p. 233-304, 2002.

SURAI, P.F. Natural antioxidants in Poultry nutrition: New developments. In: 16TH EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY NUTRITION, n.16, Strasbourg. **Anais**...Strasbourg: World Poultry Science, 2006. p. 669-675.

TIZARD, I. R. **Imunologia veterinária**: uma introdução. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

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**, Beograd, v. 49, n.5-6, p.313-319, 1999.

TOLEDO, R. S.; NASCIMENTO, A. H. Vitaminas e Minerais. In: Simpósio Brasil Sul de Avicultura, n. 1, 2010, Chapecó. **Anais**...Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2010. p. 73-84.

UBABEF. **Relatório Anual 2012**. Disponível em:

<<http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/41c30a0f46702351b561675f70fae077.pdf>>. Acesso em: 02 fev 2013.

VOGT, Lilian Kratz. **Avaliação da imunocompetência e alternativas para a modulação nutricional de frangos de corte**. 2005. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre. 2005.

WANG, Y.B.; XU B.H. Effect of different selenium source (sodium selenite and selenium yeast) on broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v.144, n.3-4, p.306–314, jul. 2008.

WOELFEL R. L. et al. The characterization and incidence of pale, soft and exudative broiler meat in a commercial processing plant. **Poultry Science**, Champaign, v.81, n. 4, p.579-584, abr.2002.

4 ARTIGOS PARA PUBLICAÇÃO

4.1 ARTIGO 1 - AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO, RENDIMENTO DE CARÇAÇA E DE CORTES E SISTEMA IMUNOLÓGICO DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM VITAMINA E E/OU SELÊNIO

4.1.1 Resumo e Abstract

RESUMO: O presente estudo teve o objetivo de avaliar o desempenho zootécnico, rendimento de carcaça e cortes e a imunidade de frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio. Foram utilizados 624 pintainhos machos de um dia de idade da linhagem Hubbard, criados até os 42 dias de idade. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com 4 tratamentos alimentares: A – controle; B – suplementação de 150 UI de vitamina E/kg de ração; C – suplementação de 0,50 mg Selênio/kg de ração; D – suplementação de 150 UI vitamina E/kg de ração e 0,50 mg selênio/kg de ração e 6 repetições com 26 aves cada, sendo que para as análises de rendimento de carcaça e de corte utilizou-se 2 aves por parcela experimental e para as análises imunológicas utilizou-se 8 aves por parcela experimental, sendo que 4 aves foram inoculadas com tampão fosfato-salina, servindo como controle e 4 aves foram inoculadas com hemácia de carneiro a 5%. Os resultados mostraram que a suplementação de selênio proporcionou o pior desempenho zootécnico nas aves. Não houve diferença significativa para rendimento de carcaça. Já para rendimento de cortes o selênio proporcionou o menor rendimento de peito e o maior rendimento de asas nas aves. Quanto ao sistema imune, para títulos totais de anticorpos não houve diferença significativa entre os tratamentos, à inoculação e os tempos pós-imunização. Para os títulos de IgY e os títulos de anticorpos naturais, observou-se que houve diferença estatística entre os tempos pós-imunização, onde a maior produção ocorreu no tempo pós 2ª imunização. Não houve diferença significativa para o peso relativo dos órgãos linfóides. Conclui-se assim, que a suplementação de selênio foi tóxica para as aves, proporcionando um pior desempenho zootécnico. Quanto ao sistema imune a suplementação de selênio e/ou vitamina E não proporcionou qualquer melhora.

Palavras-chave: Anticorpos naturais. Avicultura. Órgãos linfóides. Títulos de anticorpos.

ABSTRACT: The present study aimed to evaluate the growth performance, carcass yield and cuts and the immune system of broilers supplemented with vitamin E and / or selenium. We used 624 male chicks from one day old Hubbard reared until 42 days of age. The experimental design was completely randomized with four dietary treatments: A - control, B - supplementation of 150 IU of vitamin E / kg diet; C - Selenium supplementation of 0,50 mg / kg diet; D - supplementation of 150 IU vitamin E/kg diet and 0,50 mg selenium/kg diet and 6 repetitions with 26 birds each, and for the analysis of carcass yield and cutting was used 2 birds per pen and for immunological analyzes we used 8 birds per plot, with 4 birds were inoculated with phosphate-buffered saline as a control and 4 birds were inoculated with sheep red

blood cells to 5%. The results showed that selenium supplementation gave the worst growth performance in poultry. There was no significant difference in carcass yield. As for yield of selenium showed minor breast yield and the highest yield of wings in birds. As for the immune system to titles total antibody no significant difference between treatments, inoculation and times after immunization. For titles and IgY antibody titers natural, it was observed that there was no statistical difference between the times after immunization, where most production occurred in the post 2nd immunization. There was no significant difference in the relative weight of lymphoid organs. It is concluded that supplementation of selenium was toxic to birds, providing a worst growth performance. As the immune system supplementation of selenium and/or vitamin E did not provide any improvement.

Key-words: Natural antibodies. Poultry. Lymphoid organs. Antibody titers.

4.1.2 Introdução

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 de frangos de corte, já que durante uma resposta imune o animal se alimenta menos e destina muitos nutrientes para esta função, diminuindo assim a produção. Um ótimo estado imunológico é de grande importância para o desempenho produtivo já que a campo a ave enfrentará diversos desafios imunitários (FUNARI JÚNIOR, 2012). Segundo Pickler e Hayashi (2012), quando o sistema imune funciona adequadamente, o animal apresenta-se saudável. Nessas condições, o sistema imune consome poucos recursos energéticos. Se ativado, torna-se um grande consumidor de energia e nutrientes afetando diretamente o desempenho das aves.

A importância da capacidade de resposta aos desafios e sua correlação negativa com os parâmetros zootécnicos, tornou-se hoje um dos principais alvos no desenvolvimento de estratégias que visem à geração de vacinas e imuno-estimulantes. A eficácia destes produtos e a determinação do melhor momento de uso, bem como a necessidade de se mensurar seus efeitos, exige de outro lado à implementação de ferramentas úteis no campo (CARON, 2010).

A nutrição é uma importante ferramenta para modular o sistema imune e permitir uma resposta adequada a patógenos, bem como para a manutenção da homeostase dos animais (PICKLER; HAYASHI, 2012).

A resposta imune pode ser do tipo inata ou natural e do tipo adaptativa ou adquirida. A inata consiste em um mecanismo de defesa que responde de maneira rápida e inespecífica a qualquer substância estranha ou agente infeccioso, independentemente de um contato prévio. Já a resposta adaptativa é estimulada pela exposição a agentes infecciosos, cuja magnitude e capacidade defensiva aumentam com exposições posteriores a um mesmo micro-organismo. Essa resposta caracteriza-se por ser específica em distinguir diferentes moléculas e ter a habilidade de responder com mais intensidade e rapidez a exposições subsequentes ao mesmo antígeno, à chamada memória imunológica. Nesse sistema, quanto mais um indivíduo é exposto a um patógeno, mais eficiente será a defesa do organismo contra esse invasor (ABBAS; LICHTMAN; POBER, 2000; TIZARD, 2008).

O sistema imune adquirido consiste em duas grandes linhas de defesa, cada uma delas específicas para cada categoria de invasores. Uma dessas linhas é direcionada contra os micro-organismos invasores extracelulares. Nesse caso, glicoproteínas denominadas anticorpos são responsáveis pela eliminação dos invasores. Essa forma de resposta imune pode ser chamada de resposta imune humoral. A outra linha principal é direcionada contra os micro-organismos intracelulares, nesse mecanismo, células especializadas destroem as células infectadas ou anormais. Esse tipo de resposta é conhecido como resposta imune celular (TIZARD, 2008).

Entre os diversos minerais que podem influenciar o desempenho e a imunidade está o selênio. O selênio 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 selênio juntamente com a vitamina E é considerado um composto antioxidante, pois compõe enzimas que combatem os radicais livres minimizando a oxidação celular (FUNARI JÚNIOR, 2012).

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da suplementação dietética da vitamina E e/ou selênio sobre os parâmetros de desempenho, rendimento de carcaça e de cortes e sistema imune em frangos de corte.

4.1.3 Material e Métodos

4.1.3.1 Animais e tratamentos

O experimento foi realizado na Unidade de Pesquisa em Nutrição de Aves da Universidade Estadual de Londrina, onde foram utilizados 624 pintainhos machos de um dia de idade da linhagem Hubbard. As aves foram alocadas em boxes com uma densidade de 12,4 aves/m² e receberam água e alimento *ad libitum* durante os 42 dias de experimento, que foi dividido em 4 diferentes fases: pré-inicial (1 – 7 dias idade), inicial (8 – 21 dias idade), crescimento (22 – 35 dias de idade) e terminação (36 – 42 dias de idade).

As rações experimentais consistiram em quatro tratamentos, sendo eles: A – controle; B – suplementação de 150 UI de vitamina E/kg de ração C – suplementação de 0,50 mg Selênio/kg de ração; D – suplementação de 150 UI vitamina E/kg de ração e 0,50 mg selênio/kg de ração. As rações experimentais atenderam as exigências mínimas preconizadas por Rostagno et al. (2011) (Tabela 1), sendo suplementadas com vitamina E na forma de α -tocoferol e o selênio na forma de selenito de sódio. A pesquisa foi avaliada e aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Londrina (registro processo n° 30360.2011.28).

4.1.3.2 Desempenho zootécnico

Os parâmetros de produção avaliados foram: ganho de peso/ave, consumo de ração/ave, conversão alimentar e viabilidade criatória.

4.1.3.3 Rendimento de carcaça e de cortes

Ao final dos 42 dias, duas aves que representavam o peso médio de cada parcela experimental foram submetidas a um período de 8 horas de jejum alimentar, transportadas em veículo automotivo por um período de 30 minutos e em seguida foram imediatamente abatidas. As aves foram pesadas individualmente na plataforma de recebimento, em seguida sofreram insensibilização elétrica através do aparelho da marca Fluxo, modelo FX 2.0, sangradas, escaldadas, evisceradas e em

seguida foram submetidas aos cortes comerciais para a determinação do rendimento de carcaça e cortes.

O rendimento de carcaça foi determinado através da pesagem das aves antes do abate e após a ave ser sangrada, depenada, eviscerada e retirada à cabeça, pescoço e os pés. Já o rendimento de cortes foi determinado através do peso da carcaça em relação aos cortes de pernas (coxa e sobrecoxa), dorso, asas e peito. A gordura abdominal foi constituída pelo tecido adiposo presente desde a moela até o conteúdo presente ao redor da cloaca e bursa de Fabricius, conforme descrito por Smith (1993).

4.1.3.4 Teste de hemaglutinação

Utilizaram-se oito aves de cada parcela experimental, sendo que, quatro aves foram inoculadas por via intramuscular (músculo peitoral) com tampão fosfato-salina (PBS) pH 7,2 e as outras quatro aves de cada parcela foram inoculadas com hemácia de carneiro (HC) a 5% em tampão fosfato-salina pH 7,2, sendo inoculados 200µL em cada animal. Estas inoculações ocorreram aos 14 e 35 dias de idade e as coletas de sangue para as análises de resposta imune humoral ocorreram aos 21 (pós 1ª imunização) e 42 dias de idade (pós 2ª imunização).

Para realização do teste de hemaglutinação, o sangue de carneiro foi centrifugado a 2000 rpm por 5 minutos em temperatura ambiente. Após essa centrifugação foi descartada a camada leucocitária e o sobrenadante. As hemácias foram suspendidas em PBS1X pH 7,2 e centrifugadas novamente a 2000 rpm por 5 minutos. Esse procedimento foi repetido por mais duas vezes. Para a determinação dos títulos de anticorpos totais, as amostras de soro foram colocadas a 56° C por 30 minutos em banho-maria, para inativação do sistema complemento, segundo Fernandes et al. (2012).

O teste de hemaglutinação foi realizado em microplacas de 96 poços com fundo em U. Para isso, foram aplicados 25 µL de PBS1X em cada poço. No primeiro poço aplicou-se 25 µL de soro inativado. Após homogeneização, 25 µL foram transferidos para o segundo poço e assim sucessivamente até uma diluição final de 1:128. A cada poço foi acrescentado 25 µL de hemácia de carneiro a 1%. O último poço serviu como controle negativo e não recebeu amostra de soro. As placas foram incubadas a temperatura ambiente por 1 hora e logo após foram para a

geladeira *overnight*. O título do soro foi considerado como a última diluição que resulta na aglutinação das hemácias (FERNANDES et al, 2012).

Para a determinação dos títulos de anticorpos da classe IgY, as amostras de soro, previamente inativadas, foram incubadas com igual volume de β -mercaptoetanol preparado em PBS1X pH 7,2 por 30 minutos a 37° C. O soro foi dividido em microplacas como descrito acima. Após a diluição das amostras foi adicionada 25 μ L de hemácia de carneiro a 1% e a microplaca foi incubada por 1 hora em uma temperatura de 37° C e depois foram para a geladeira *overnight*. O título foi considerado como a maior diluição em que se observa aglutinação das hemácias (FERNANDES et al, 2012).

Já para a determinação dos títulos de anticorpos naturais, utilizou-se hemácia de coelho, seguindo os mesmos procedimentos descritos anteriormente.

4.1.3.5 Determinação do peso dos órgãos linfóides (timo, baço e bursa de fabricius)

Utilizou-se as mesmas aves do teste de hemaglutinação, antes do abate, as aves foram pesadas, em seguida foram insensibilizadas eletricamente e sangradas. A necropsia foi realizada conforme Zander e Mallinson (1991) e os órgãos linfóides foram retirados e pesados, sendo que os valores foram expressos em porcentagem do peso vivo da ave.

4.1.3.6 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, seis repetições e 26 aves por parcela experimental. Para as análises imunológicas adotou-se um esquema fatorial 4 (Tratamentos) X 2 (Inoculações: PBS e HC) X 2 (Tempos: pós 1ª imunização; pós 2ª imunização). Os dados obtidos foram analisados utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008). Foi aplicada uma análise de variância seguida pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as análises imunológicas os dados foram transformados segundo a equação $X^{0.5}$

4.1.4 Resultados e Discussão

As médias para os parâmetros de desempenho referentes ao consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e viabilidade criatória estão representadas na Tabela 2. No período de 1 a 7 dias os parâmetros de desempenho não apresentaram diferença significativa para ganho de peso, conversão alimentar e viabilidade criatória. Já o consumo de ração foi maior nas aves do tratamento controle em relação às aves que receberam dietas suplementadas com vitamina E + selênio. Para o período de 1 a 21 dias de idade, observa-se diferença estatística apenas para ganho de peso, onde as aves suplementadas com vitamina E apresentaram o maior ganho de peso em relação ao tratamento com suplementação de vitamina E + selênio.

Os desempenhos avaliados nas fases de 1 a 35 e de 1 a 42 dias de idade mostram diferença significativa onde às aves suplementadas com selênio tiveram um menor consumo de ração, menor ganho de peso e uma pior conversão alimentar, comparadas aos demais tratamentos. Neste trabalho, o selênio pode ter intoxicado as aves e assim tiveram um pior desempenho zootécnico comparado aos demais. Segundo Cominetti (2011), a necessidade de ingestão de selênio é muito próxima da quantidade relativa ao limite máximo tolerado e, por este motivo, dependendo da quantidade ingerida do mineral, podem ocorrer sintomas de deficiência bem como de toxicidade. Surai (2002) não observou sinais de intoxicação em doses menores que 5mg/Kg de ração. Todorovic, Mihalovic, Hristov (1999) suplementando frangos de corte com 0, 2, 5, 10, 15 e 20 mg Se/kg de ração na forma de selenito de sódio obteve um decréscimo de 24,5, 62,7 e 96,6% no ganho de peso para as dietas contendo 10, 15 e 20 mg Se/kg respectivamente. Nesta mesma ordem, a mortalidade foi de 26,7%, 60 e 80%. Em trabalho realizado por Souza et al. (2006) avaliando diferentes níveis de suplementação de vitamina E (0, 100, 150 e 200 mg/kg) observaram que não houve diferença significativa entre os parâmetros zootécnicos avaliados (peso vivo, consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade). Wang e Xu (2008) suplementando a dieta de frangos de corte com 0,2 mg Se/kg na forma de selenito de sódio ou selênio levedura, observaram diferença significativa para conversão alimentar das aves tratadas com selênio em relação às aves do tratamento controle, porém não foram observadas diferenças para peso final, viabilidade e ganho diário entre as fontes de selênio.

Os resultados apresentados na Tabela 3 mostram o rendimento de carcaça e o rendimento de cortes (pernas, dorso, asas e peito) de frangos suplementados com vitamina E e/ou selênio e abatidos aos 42 dias de idade. O rendimento de carcaça não foi influenciado pela suplementação de vitamina E e/ou selênio. Para rendimento de cortes, o peito e asas foram influenciadas pela suplementação de vitamina E e/ou selênio, onde as aves que foram suplementadas com selênio apresentaram a menor porcentagem de rendimento de peito comparada aos demais tratamentos. Já para rendimento de asas, as aves suplementadas com selênio foram as que obtiveram a maior porcentagem. Isto provavelmente ocorreu, pois as aves suplementadas com selênio foram intoxicadas, assim, elas tiveram um menor desenvolvimento de peito (músculo) comparado aos demais tratamentos, pois segundo Lawrence e Fowler (1997), o crescimento dos diferentes tecidos, ocorre inicialmente no tecido nervoso seguido do ósseo, muscular e adiposo, assim as aves suplementadas com selênio apresentaram toxicidade na fase de crescimento e terminação, que são períodos de maior deposição de tecido muscular, conseqüentemente houve menor deposição de músculo peitoral e as asas como são constituídas de grande quantidade de ossos, apresentaram desenvolvimento normal nas fases iniciais em relação às demais partes do corpo em que se depositam maiores quantidades de tecidos musculares. O dorso e as pernas não foram influenciados pela suplementação de vitamina E e/ou selênio. A gordura abdominal também não foi afetada. Em trabalho realizado por Souza et al. (2006) avaliando diferentes níveis de suplementação de vitamina E (0, 100, 150 e 200 mg/kg) na ração não observaram diferença significativa para os rendimentos de carcaça e de cortes.

A Tabela 4 mostra os resultados de títulos de anticorpos anti-hemácia de carneiro em frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio nos tempos pós 1ª imunização (21 dias de idade) e pós 2ª imunização (42 dias de idade). Os resultados observados mostram que não houve efeito das suplementações de vitamina E e/ou selênio sobre os títulos de anticorpos anti-hemácia de carneiro. Leshchinsky e Klasing (2001) verificaram que em níveis moderados de suplementação (25 a 50 UI/kg) a vitamina E foi mais eficiente como imunomodulador do que quando em níveis elevados (100 e 200 UI/kg), no que se refere à produção de anticorpos contra alguns antígenos. Assim, o nível de suplementação de 150 UI/kg de ração está entre os níveis elevados, o que pode ter

levado a diminuição do efeito imunomodulador. Observa-se uma interação (Tabela 5) entre a inoculação (HC e PBS) e os tempos (pós 1ª imunização e pós 2ª imunização). Os resultados mostram que houve uma diferença entre o efeito da inoculação, sendo que, as aves inoculadas com hemácia de carneiro tiveram um maior valor para títulos de anticorpos anti-hemácia de carneiro. Já para o efeito do tempo, apenas as aves inoculadas com hemácia de carneiro diferiram entre si, onde houve uma maior produção de anticorpos no pós 2ª imunização (42 dias de idade). Tizard (2008) explica que caso um antígeno seja inoculado em um animal, anticorpos capazes de se ligar a esses antígenos serão produzidos, gerando assim sua destruição. Se uma segunda dose for inoculada no mesmo animal o período de latência demorará de 2 a 3 dias. Essas características da resposta secundária indicam que o sistema responsável pela produção de anticorpos apresenta um sistema de memória em relação às exposições prévias ao antígeno o que foi observado neste trabalho. Swain, Johri, Majumdar (2000), estudando o efeito da suplementação de vitamina E (0 a 300 UI/kg) e do selênio (0 a 1 mg/kg) na produção de anticorpos em frangos imunizados contra o vírus da doença de Newcastle, observaram que os títulos de anticorpos foram maiores nas aves que receberam 0,06 mg de Se e 150 UI/kg de vitamina E.

Os dados para títulos de IgY em frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio nos tempos pós 1ª imunização e pós 2ª imunização (Tabela 4) mostram uma diferença significativa apenas nos tempo pós-imunização, onde as aves no tempo pós 2ª imunização apresentaram um maior título de IgY comparada as aves no tempo pós 1ª imunização. Este maior título ocorreu, pois a IgY é a imunoglobulina mais abundante nas respostas imunes secundárias (ABBAS; LICHTMAN; POBER, 2003). Niu et al. (2009) avaliando níveis de suplementação de vitamina E na dieta (0, 100 e 200 mg/kg de ração) observou que houve um aumento para os títulos de IgY com o aumento do nível da vitamina E.

Para títulos de anticorpos naturais anti-hemácia de coelhos (Tabela 6) observa-se uma diferença significativa apenas para os tempos pós-inoculação, onde as aves no pós 2ª imunização apresentaram maiores títulos de anticorpos anti-hemácia de coelho. Segundo Thornton, Vetvicka, Ross (1994), os anticorpos naturais podem atuar como primeira linha de defesa e podem ser considerados como a parte específica do sistema imune inato. Assim, verifica-se que para ocorrer uma resposta imune o animal teve que ser mais de uma vez inoculado.

O peso de órgãos linfoides é facilmente medido e reflete a capacidade do organismo em produzir células linfóides durante uma resposta imune (VOGT, 2005). Porém, neste trabalho não houve diferença significativa entre as diferentes suplementações dietéticas e os tempos pós-imunização no peso do baço, bursa e timo (Tabela 7). A vitamina E e o selênio não foram capazes de induzir uma diferença significativa na resposta imunológica das aves. Funari Júnior et al. (2012) avaliando os efeitos da fonte e do nível de selênio no sistema imune, não observaram nenhum efeito para a variável de resposta à sensibilização com eritrócitos de carneiro. Os resultados mostram que as aves responderam imunologicamente ao estímulo, porém a variação da fonte e do nível de selênio não foi capaz de induzir uma diferença significativa na resposta imunológica das aves. Niu et al. (2009) avaliando níveis de suplementação de vitamina E na dieta (0, 100 e 200 mg/kg de ração) também não observaram diferença significativa para o peso dos órgãos linfóides (timo, bursa e baço).

4.1.5 Conclusão

A suplementação de selênio foi tóxica para as aves, o que proporcionou um desempenho ruim comprometendo assim, o rendimento de cortes. Quanto ao sistema imune, a suplementação de vitamina E e/ou selênio na dieta das aves não proporcionou qualquer melhora nos títulos de anticorpos e no peso dos órgãos linfóides.

4.1.6 Referências

ABBAS, A.K.; LICHTMAN, A.H.; POBER, J.S. **Celular and molecular Immunology**. 4 ed. Philadelphia: W.B Saunders, 2000. 533p.

CARON, L. F. Avaliando o sistema imune nas diferentes estratégias de manejo. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, n. 1, 2010, Chapecó. **Anais...Concórdia: Embrapa Suínos e Aves**, 2010. p. 112-119.

COMINETTI, C. et al. Estresse oxidativo, selênio e nutrigenética. **Nutrire**, São Paulo, v.36, n.3, 131-153, dez. 2011

FERNANDES et al. Efeitos Comportamentais e Imunológicos da Fluoxetina em Ratos Submetidos ao Nado Forçado. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 28, n. 4, p. 53-60, out/dez. 2012.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análise de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v.6, p.36-41, 2008.

FUNARI JÚNIOR, P. et al. Diferentes fontes e níveis de selênio sobre a imunidade humoral de frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.1, p.154-159, jan.2012

LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. Growth of farma animals. New York-USA:CAB, 1997, p. 330.

LESHCHINSKY, T.V.; KLASING, K. C. Relationship between the level of dietary vitamin E and the immune response of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n.11, p. 1590-1599, nov. 2001.

NIU et al. Effects of different levels of vitamin E on growth performance and immune responses of broilers under heat stress. **Poultry Science**, Champaign, v.88, n.10, p. 2101-2107, out. 2009.

PICKLER, L.; HAYASHI, R. M. Imunidade e aditivos nutricionais no controle de *Salmonella*. **Aveworld**, Campinas, v.10, n.58, p. 58-61, jun/jul. 2012

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011, p. 252.

SMITH, M.O. Parts yield of broilers reared under cycling high temperatures. **Poultry Science**, Champaign, v.72, n. 6, p.1146-1150, jun. 1993.

SOUZA, P. A. de et al. Efeito da suplementação de vitamina E no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 101, n. 557-558, p. 87-94, jan/jun. 2006

SURAI, P. R. Selenium. In: **Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction**. Nottingham University Press. Nottingham, UK, p. 233-304, 2002.

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**, Edinburgh, v. 41, n. 3, p. 287-292, jul. 2000.

THORNTON, B. P.; VETVICKA, V.; ROSS, G. D. Natural antibody and complement-mediated antigen processing and presentation by B lymphocytes. **Journal of Immunology**, v. 152, n. 4, p.1727-1737, fev. 1994.

TIZARD, I. R. **Imunologia Veterinária: uma introdução**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

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**, Beograd, v. 49, n.5-6, p.313-319.

ZANDER, F.V.; MALLISON, E.T. Principles of disease prevention and control. In CALNEX, B.W. **Diseases of Poultry**. 4 ed. Ames: Iowa State University Press, 1991, p. 120-124.

VOGT, Lilian Kratz. **Avaliação da imunocompetência e alternativas para a modulação nutricional de frangos de corte**. 2005. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre. 2005.

WANG, Y.B.; XU B.H. Effect of different selenium source (sodium selenite and selenium yeast) on broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v.144, n.3-4, p.306–314, jul. 2008.

Tabela 1 – Composição percentual e calculada das rações de frangos de corte nas diferentes fases de criação.

Ingredientes	Pré-Inicial (1-7 dias)	Inicial (8-21 dias)	Crescimento (22-33 dias)	Terminação (34-42 dias)
Milho grão	55,27	57,70	60,75	65,02
Soja farelo 45%	38,04	35,18	31,58	27,68
Óleo de soja	2,26	3,16	4,06	3,99
Fosfato bicálcico	1,93	1,57	1,34	1,12
Calcário	0,79	0,83	0,79	0,72
Sal comum	0,51	0,51	0,46	0,44
Premix vit. mineral ¹	0,40	0,40	0,40	0,40
L-Lisina HCl	0,31	0,26	0,26	0,28
DL-Metionina	0,36	0,30	0,28	0,26
L-Treonina	0,13	0,09	0,08	0,09
Total	100	100	100	100
Calculada				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2960	3050	3150	3200
Proteína bruta (%)	22,40	21,20	19,80	18,40
Metionina digestível (%)	0,657	0,591	0,555	0,516
Met. + cyst. digestível (%)	0,953	0,876	0,826	0,774
Lisina digestível (%)	1,324	1,217	1,131	1,060
Treonina digestível (%)	0,861	0,791	0,735	0,689
Cálcio (%)	0,920	0,841	0,758	0,663
Sódio	0,220	0,220	0,200	0,195
Fósforo disponível (%)	0,470	0,428	0,398	0,309

Pré-Inicial e Inicial: vit. A 2571,4280 UI/g, vit. D3 571,4285 UI/g, vit. K3 445,7143 mg/kg, vit. B1 560,0000 mg/kg, vit. B2 1600,0000 mg/kg, vit. B6 845,5714 mg/kg, vit. B12 3250,0000 mcg/kg, vit. E 8857,1450 UI, pantotenato de cálcio 2985,7140 mg/kg, niacina 8960,0010 mg/kg, ácido fólico 194,2857 mg/kg, biotina 20,0000 mg/kg, colina 83142,840 mg/kg, metionina 424285,70 mg/kg, zinco 17785,720 mg/kg, ferro 13800,000 mg/kg, cobre 2811,4300 mg/kg, manganês 22062,860 mg/kg, iodo 274,5714 mg/kg, selênio 96,4286 mg/kg, cobalto 51,4286 mg/kg. **Crescimento:** vit. A 1900,0000 UI/g, vit. D3 480,0000 UI/g, vit. K3 374,4000 mg/kg, vit. B1 509,6000 mg/kg, vit. B2 1280,0000 mg/kg, vit. B6 702,9000 mg/kg, vit. B12 3000,000 mcg/kg, vit. E 7000,0000 UI, pantotenato de cálcio 2660,0000 mg/kg, niacina 7546,0000 mg/kg, ácido fólico 176,0000 mg/kg, biotina 18,0000 mg/kg, colina 75000,000 mg/kg, metionina 380160,00 mg/kg, zinco 16500,0000 mg/kg, ferro 12600,0000 mg/kg, cobre 2640,0000 mg/kg, manganês 17680,0000 mg/kg, iodo 248,0000 mg/kg, selênio 76,500 mg/kg, cobalto 50,0000 mg/kg. **Terminação:** vit. A 1428,5710 UI/g, vit. D3 392,8571 UI/g, vit. K3 297,1429 mg/kg, vit. B1 378,0000 mg/kg, vit. B2 960,0000 mg/kg, vit. B6 565,7143 mg/kg, vit. B12 2285,7140 mcg/kg, vit. E 5285,7150 UI, pantotenato de cálcio 1900,0000 mg/kg, niacina 5600,0000 mg/kg, ácido fólico 131,4286 mg/kg, biotina 14,2857 mg/kg, colina 56571,430 mg/kg, metionina 301242,80 mg/kg, zinco 12857,140 mg/kg, ferro 9428,5710 mg/kg, cobre 2057,1430 mg/kg, manganês 13371,430 mg/kg, iodo 187,7714 mg/kg, selênio 57,2143 mg/kg, cobalto 50,000 mg/kg.

Tabela 2 – Características de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC) de frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio

1 A 7 DIAS				
TRATAMENTO	CR (kg)	GP (kg)	CA	VC (%)
Controle	0,171 a	0,157	1,090	100,00
Vitamina E	0,168 ab	0,154	1,092	100,00
Selênio	0,164 ab	0,154	1,065	100,00
Vitamina E + Selênio	0,162 b	0,154	1,058	100,00
CV(%)	2,73	2,02	3,06	0,00
1 A 21 DIAS				
Controle	1,334	0,980 ab	1,360	98,08
Vitamina E	1,365	0,996 a	1,370	100,00
Selênio	1,307	0,974 ab	1,342	99,36
Vitamina E + Selênio	1,268	0,959 b	1,322	99,36
CV(%)	5,55	1,99	4,59	1,97
1 A 35 DIAS				
Controle	3,874 a	2,391 a	1,620 b	95,45
Vitamina E	3,833 a	2,324 a	1,650 b	96,36
Selênio	3,317 b	1,559 b	2,130 a	95,45
Vitamina E + Selênio	3,740 a	2,330 a	1,607 b	98,48
CV(%)	3,44	3,40	3,63	4,42
1 A 42 DIAS				
Controle	5,037 a	2,976 a	1,692 ab	94,54
Vitamina E	4,918 a	2,956 a	1,666 b	89,09
Selênio	4,277 b	2,418 b	1,773 a	95,45
Vitamina E + Selênio	4,912 a	3,007 a	1,633 b	93,94
CV(%)	4,05	3,92	2,89	5,08

Médias com diferentes letras são significativamente diferentes pelo Teste de Tukey a 5%

Tabela 3 – Rendimento de carcaça e de cortes de frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio abatidos aos 42 dias de idade.

TRATAMENTO	% Rend. Carcaça	% Peito	% Pernas	% Asas	% Dorso	% Gord. Abdominal
Controle	75,71	35,60 a	29,15	11,08 b	22,65	1,52
Vitamina E	75,63	35,64 a	29,65	10,99 b	22,12	1,60
Selênio	73,95	33,12 b	29,67	11,88 a	23,28	2,05
Vitamina E + Selênio	76,21	35,38 ab	29,55	10,85 b	22,53	1,69
Média	75,37	34,94	29,50	11,20	22,64	1,71
CV(%)	2,06	4,28	3,54	4,28	4,68	19,72

Médias com diferentes letras são significativamente diferentes pelo Teste de Tukey a 5%.

Tabela 4 – Títulos de anticorpos totais e IgY aos 21 e 42 dias em frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio.

Causas de variação	Titulos totais	Titulos de IgY
	Log ₂	Log ₂
Tratamento (T)		
Controle	1,26	0,94
Vitamina E	1,24	0,89
Selênio	1,17	1,02
Vitamina E + Selênio	1,26	0,96
Tempo (Tp)		
21	1,14	0,80 b
42	1,33	1,11 a
Inoculação (I)		
PBS	1,05	0,90
HC	1,43	1,01
Valor de F		
Tratamento (T)	0,34 NS	0,67 NS
Tempo (Tp)	6,41 *	21,34 *
Inoculação (I)	26,70 *	3,12 NS
T * Tp	1,10 NS	1,21 NS
T * I	1,35 NS	0,90 NS
Tp * I	6,02 *	0,39 NS
T * Tp * I	0,83 NS	1,63 NS
CV (%)	29,07	33,54

NS – Não-significativo, * - Significativo a 0,05 de probabilidade.

Tabela 5 – Desdobramento para títulos totais de anticorpos anti-hemácia de carneiro aos 21 e 42 dias de idade em frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio.

Inoculação	Tempo	
	21	42
PBS	1,04 Ba	1,05 Ba
HC	1,25 Ab	1,61 Aa

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna para efeito de inoculação e minúsculas na linha para efeito de tempo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6 – Títulos de anticorpos naturais anti-hemácia de coelho aos 21 e 42 dias de idade em frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio.

TRATAMENTO	Log ₂
Controle	1,58
Vitamina E	1,25
Selênio	1,58
Vitamina E + Selênio	1,25
INOCULAÇÃO	
21 dias	0,88 b
42 dias	1,96 a
VALOR DE F	
Tratamento (T)	0,48 NS
Inoculação (I)	15,09*
T * I	1,76 NS
CV (%)	68,19

NS – Não-significativo, * – Significativo a 0,05 de probabilidade

Tabela 7 – Peso relativo dos órgãos linfóides aos 21 e 42 dias de idade em frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio.

CAUSAS DE VARIAÇÃO	Baço	Bursa	Timo
	Porcentagem		
Tratamento (T)			
Controle	0,098	0,083	0,41
Vitamina E	0,094	0,078	0,41
Selênio	0,088	0,081	0,43
Vitamina E + Selênio	0,094	0,072	0,43
Inoculação (I)			
PBS	0,097	0,082	0,44
HC	0,091	0,075	0,41
Tempo (Tp)			
21	0,096	0,087	0,43
42	0,092	0,070	0,41
Valor de F			
Tratamento (T)	1,08 NS	0,81 NS	0,43 NS
Inoculação (I)	2,63 NS	1,73 NS	3,37 NS
Tempo (Tp)	0,55 NS	9,78 NS	0,94 NS
T * I	0,93 NS	0,68 NS	1,09 NS
T * Tp	0,83 NS	2,15 NS	0,15 NS
I * Tp	0,01 NS	0,49 NS	0,25 NS
T * I * Tp	0,81 NS	0,30 NS	0,26 NS
CV (%)	22,25	32,78	19,05

NS – Não-significativo, * – Significativo a 0,05 de probabilidade

4.2 ARTIGO 2 – QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE ALIMENTADOS COM DIETAS SUPLEMENTADAS COM VITAMINA E E/OU SELÊNIO

4.2.1 Resumo e Abstract

RESUMO: O presente estudo teve por objetivo avaliar a qualidade de carne, a determinação de acúmulo de vitamina E e selênio, a atividade da fosfolipase A₂ (PLA₂) e a incidência de carnes PSE (*Pale, Soft, Exudative*) em frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio. Foram coletados 90 amostras de peito de frango por tratamento, provenientes de aves abatidas aos 42 dias de idade, as quais foram submetidas aos diferentes tratamentos alimentares: A – controle; B – suplementação de 150 UI de vitamina E/kg de ração C – suplementação de 0,50 mg selênio/kg de ração; D – suplementação de 150 UI vitamina E/kg de ração e 0,50 mg selênio/kg de ração, sendo suplementadas com vitamina E na forma de α -tocoferol e o selênio na forma de selenito de sódio. Adotou-se um delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 4x2 (tratamentos nutricionais X características da carne – Normal ou PSE). Os resultados mostraram que a suplementação apenas de selênio proporcionou uma menor intensidade de vermelho, maior perda de peso por cozimento e menor força de cisalhamento, enquanto que a suplementação de vitamina E proporcionou uma menor oxidação da carne. Na avaliação das características da carne normal e PSE observou-se que a carne PSE apresentou menor pH, intensidade de vermelho e capacidade de retenção de água, além de maiores valores de luminosidade, intensidade de amarelo, perdas de peso por cozimento e oxidação lipídica. A quantidade de vitamina E depositada no músculo, foi maior somente nos tratamentos em que ocorreu a suplementação da vitamina. Quanto à atividade da PLA₂, observa-se que a suplementação apenas de selênio proporcionou menor atividade desta enzima e não houve diferença desta em relação às carnes normais e PSE. A incidência de PSE não foi influenciada pelas suplementações de vitamina E e/ou selênio. A vitamina E mostrou ser um eficiente antioxidante na prevenção da oxidação lipídica, já o selênio não trouxe benefícios para a qualidade da carne. Não houve sinergismo entre a vitamina E e o selênio na qualidade da carne.

Palavras-chave: Carnes PSE. Fosfolipase A₂. Microminerais. Oxidação.

ABSTRACT: The present study aimed to evaluate the quality of meat, the determination of accumulation of vitamin E and selenium, activity of phospholipase A₂ (PLA₂) and the incidence of PSE meat (*Pale, Soft, Exudative*) in broilers supplemented with vitamin E and / or selenium. We collected 90 samples of chicken breast per treatment, obtained from birds slaughtered at 42 days of age, which were subjected to different dietary treatments: A - control, B - supplementation of 150 IU of vitamin E / kg diet C - Supplementation 50 mg selenium / kg diet; D - supplementation of 150 IU vitamin E / kg diet and 50 mg selenium / kg of diet and supplemented with vitamin E as α -tocopherol and selenium as sodium selenite. Adopted a completely randomized design in a factorial 4x2 (treatments X nutritional characteristics of meat - Normal or PSE). The results showed that selenium supplementation provided only a lower intensity of red, greater weight loss during

cooking and low shear force, while vitamin E supplementation led to a lower oxidation of meat. In the evaluation of the characteristics of normal PSE meat was observed that the PSE meat had lower pH, redness and water holding capacity, and higher brightness values, intensity of yellow cooking weight loss and lipid oxidation. The amount of vitamin E deposited in muscle, was higher only in the treatments occurred vitamin supplementation. As for PLA₂ activity, it is observed that the supplementation of selenium only gave lower activity of this enzyme and no difference in this respect to normal and PSE meat. The incidence of this anomaly was not affected by supplementation of vitamin E and / or selenium. Vitamin E has shown to be an effective antioxidant in preventing lipid oxidation, selenium has not brought benefits to the quality of the meat. There was no synergism between vitamin E and selenium in meat quality.

Key-words: PSE meat. Phospholipase A₂. Trace minerals. Oxidation.

4.2.2 Introdução

Considerada uma das mais modernas do mundo, a avicultura brasileira tem seus altos índices produtivos baseados em progressivos avanços tecnológicos e nutricionais que são atualmente empregados nas granjas, associados a um melhoramento genético que encurtou, de maneira considerável, o tempo de abate do frango moderno (MACARI; FURLAN; GONZÁLES, 2008). Dentro desse alicerce no qual a avicultura tem se apoiado, a nutrição tem papel de destaque, uma vez que uma alimentação adequada é fundamental para que a genética manifeste todo o seu potencial dentro do sistema de criação.

Com relação à qualidade da carne, um dos maiores problemas é o desenvolvimento de carnes PSE, originário das iniciais das palavras da língua inglesa *Pale*, *Soft* e *Exudative* que significam respectivamente, carnes com características de cor pálida, textura macia e baixa capacidade de retenção de água (CRA). Esta carne é resultado de um acelerado metabolismo *post mortem* o que resulta num rápido declínio do pH enquanto a temperatura da carcaça ainda é alta (~35° C). Esta combinação pode ter como consequência a desnaturação das proteínas miofibrilares causado pelo estresse fisiológico, o que leva a carne a ter cor pálida e baixa capacidade de retenção de água (BARBUT, 1997; OLIVO et al., 2001).

O selênio é um nutriente essencial nas dietas dos animais e está relacionado ao sistema antioxidante do organismo por fazer parte da enzima glutathione peroxidase (GIERUS, 2007). Sua deficiência pode causar patologias

bioquímicas, estruturais e funcionais (GOMES, 2008). Já a vitamina E possui várias funções diferentes, sendo que uma das mais importantes é a de antioxidante intracelular, prevenindo a oxidação de lipídios insaturados dentro das células, protegendo tanto as membranas internas quanto as externas dos danos resultantes desta oxidação. Como antioxidante, a vitamina E reduz patologias induzidas por radicais livres, os quais são produzidos durante a inflamação e pelo metabolismo normal do organismo (KINDLEIN, 2002).

Assim, este trabalho tem por objetivo avaliar o sinergismo entre a vitamina E e selênio sobre a qualidade de carnes de frangos e a relação entre a fosfolipase A₂ e as carnes PSE.

4.2.3 Material e Métodos

4.2.3.1 Animais e tratamentos

O experimento foi realizado na Unidade de Pesquisa em Nutrição de Aves da Universidade Estadual de Londrina, onde foram utilizados 624 pintainhos machos de um dia de idade da linhagem Hubbard, os quais receberam água e alimento *ad libitum* durante 42 dias.

As rações experimentais consistiram em quatro tratamentos, sendo eles: A – controle; B – suplementação de 150 UI de vitamina E/kg de ração C – suplementação de 0,50 mg Selênio/kg de ração; D – suplementação de 150 UI vitamina E/kg de ração e 0,50 mg selênio/kg de ração. As rações experimentais atenderam as exigências mínimas preconizadas por Rostagno et al. (2011) (Tabela 1), a suplementação da vitamina E foi feita na forma de α -tocoferol e o selênio na forma de selenito de sódio. A pesquisa foi avaliada e aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Londrina (registro processo n° 30360.2011.28).

4.2.3.2 Manejo pré-abate e abate

Após serem criadas por um período de 42 dias de idade, as aves foram submetidas a um período de 8 horas de jejum alimentar, transportadas em veículo por um período de 30 minutos e em seguidas abatidas sem descanso na

plataforma de abate, conforme Oba et al. (2009). O processo de abate consistiu na insensibilização elétrica das aves através do aparelho da marca Fluxo, modelo FX 2.0, seguida de sangria, escalda, evisceração e resfriamento conforme práticas comerciais.

Após o abate foram coletadas 90 amostras de peito de frango por tratamento e armazenados a 4° C por 24 horas para a realização das análises de qualidade de carne.

4.2.3.3 Características analisadas

4.2.3.3.1 *Medição do pH*

O pH glicolítico foi analisado através de potenciômetro de contato modelo 205 da marca Testo. A medida foi realizada através da incisão do eletrodo na parte cranial face ventral do filé conforme descrito por Boulianne e King (1995).

4.2.3.3.2 *Medição da cor*

As medidas de cor foram realizadas na face ventral do filé, 24 horas *post mortem*, tomando três pontos diferentes de leitura por amostra (SOARES et al., 2002). Utilizou-se o colorímetro Minolta®, modelo CR400, com iluminante D65 e ângulo de visão de 10°. Os valores de luminosidade L*, a* (componente vermelho-verde), b* (componente amarelo-azul) foram expressos no sistema de cor CIELAB.

4.2.3.3.3 *Determinação de metamioglobina*

A oxidação da metamioglobina foi medida pela determinação da cor pela razão a*/b* (OLIVO et al., 2001).

4.2.3.3.4 *Classificação das amostras*

Para classificação dos filés de frango em PSE e normal, utilizou-se os valores de L* e pH conforme descrito por Soares et al., (2002), onde, filés com

valores de $L^*_{24h} \geq 53$ e $pH_{24h} \leq 5,8$ foram classificados como PSE e com valores intermediários de $44 < L^*_{24h} < 53$ e $5,8 < pH_{24h} < 6,0$ como Normal.

4.2.3.3.5 *Capacidade de retenção de água (CRA)*

Foi realizada 24h *post mortem* em duplicata, conforme procedimento descrito por Hamm (1960). Nesta análise, a amostra foi coletada da parte cranial do filé e cortado em cubos de 2,0g ($\pm 0,10$). Em seguida, a amostra foi colocada entre dois papéis filtro e posteriormente entre duas placas de acrílico. Este sistema foi deixado sob um peso de 10 kg por 5 minutos. Em seguida, a carne foi pesada novamente. A CRA foi determinada pela porcentagem de água exsudada, considerando o peso inicial e final da amostra.

4.2.3.3.6 *Perda de peso por cozimento (PPC)*

Foi realizada nas amostras de filés 24h *post-mortem*. A PPC foi determinada de acordo com metodologia descrita por Honikel (1998). O resultado foi expresso em % de água perdida, considerando o peso inicial e final da amostra.

4.2.3.3.7 *Força de cisalhamento*

As amostras anteriormente cozidas para a PPC foram utilizadas para análise da força de cisalhamento. As amostras foram cortadas em pedaços de $1 \times 1 \times 2$ cm³ (altura, largura, comprimento), sendo que o comprimento seguiu o sentido das fibras da carne. Estes foram submetidos ao teste de cisalhamento com lâmina Warner Bratzler, na velocidade de 5 mm/seg, acoplada ao Texturômetro TA-XT2i. A lâmina cortou as fibras transversalmente. Os resultados foram expressos em Newton da força máxima necessária para o corte das amostras.

4.2.3.3.8 *Medida de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)*

As amostras foram armazenadas por 90 dias a -20°C . Nesta análise pesou-se aproximadamente 10 g de carne homogeneizada, acrescentou-se 98 mL de água, 2,5 mL de HCl 4M, algumas gotas de antiespumante e pérolas de vidro,

segundo a metodologia proposta por Tarladgis; Pearson e Duganjun (1964). A mistura foi destilada em aparato específico e recolheu-se 50 mL do destilado. Em uma alíquota de 5,0 mL do destilado adicionou-se 5,0 mL de TBA. Os tubos foram aquecidos em banho-maria fervente por 35 minutos, resfriados e feita à leitura no espectrofotômetro a 530 nm. Uma curva padrão foi preparada utilizando solução de 1,1,3,3 tetraetoxipropano nas concentrações de 0,7 a 2,0M. Os resultados foram expressos em mg de TBARS/kg de amostra.

4.2.3.3.9 *Medida da atividade da fosfolipase A₂ (PLA₂)*

A atividade da PLA₂ foi acompanhada pela hidrólise do arachidonoyl Thio-PC, que é detectada por DTNB (5,5-dithio-bis (2-Nitrobenzoic Acid), utilizando kit produzido pela Cayman Chemical Company. Basicamente, 5,0 g de amostra foram homogeneizadas em ultra-turrax na velocidade de 18000 rpm em banho de gelo, com 25 mL de tampão pH 7,4 contendo 50 mmol.L⁻¹ de fosfato, 1 mmol.L⁻¹ de EDTA e centrifugados por 15 minutos a 10.000 g a 4 °C (CHEN et al., 2010). A atividade de PLA₂ foi expressa em 1U.mg⁻¹ de proteína, sendo 1 U definido como 1 µmol de arachidonoyl Thio-PC hidrolisado.min⁻¹ a 25 °C. A determinação de proteína foi realizada conforme metodologia descrita por Lowry et al. (1951).

4.2.3.3.10 *Determinação de vitamina E na carne*

O conteúdo de vitamina E em filés de peito de frango foi determinado por Cromatografia Líquida de Ultra Eficiência (UPLC) da marca Waters, modelo Acquity e injetor automático de amostras, seguindo a metodologia descrita por Liu et al. (1996) e Olivo et al. (2001). A extração de α-tocoferol foi realizada através da homogeneização de 1,0g de amostra, 250mg de ácido ascórbico e 7,8mL de solução de saponificação (11% de KOH, 45% de etanol e 55% de água destilada). Posteriormente, a mistura foi aquecida a 80°C por 15 minutos e 4mL de isoctano foram adicionados e homogeneizados. Após a separação das fases, 3µL da fase de isoctano foram injetados no UPLC.

As condições de separação da vitamina E por UPLC foram: coluna de fase reversa modelo Aquity-UPLC BEH C18 (Waters, 2,1 mnx 50mn, partículas de 1,7µm), com vazão de 0,5mL.minuto⁻¹, fase móvel 60% de acetonitrila e 40% de

metanol, no tempo de corrida de 3 minutos a 25 °C. Para detecção, foi utilizado o detector de arranjo de diodos da marca Waters, ajustado o comprimento de onda para 280nm. Uma curva padrão utilizando acetato de α -Tocoferol (Sigma) em isoctano, nas concentrações 3,1 a 77,5 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, foi preparada. Os resultados foram expressos em $\mu\text{g } \alpha\text{-Tocoferol.g}^{-1}$ de amostra em base seca.

4.2.3.3.11 *Determinação do selênio na carne*

As amostras foram digeridas com ácidos nítrico, clorídrico e peróxido de hidrogênio concentrados e a quente. O extrato foi lido em espectrofotômetro de absorção atômica marca GBC, modelo Avanta, usando gerador de hidretos.

4.2.3.4 Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4X2 (tratamentos X características da carne – PSE e normal). Os dados obtidos foram analisados utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008). Foi aplicada uma análise de variância seguida pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para as análises de incidência de carnes PSE aplicou-se o teste de qui quadrado.

4.2.4 Resultados e Discussão

Com relação à qualidade da carne, as médias dos parâmetros avaliados estão apresentadas na Tabela 2. Os valores de pH, luminosidade (L^*) e de b^* não foram influenciados pela suplementação de vitamina E e/ou selênio.

Já os valores de a^* apresentaram diferença significativa, onde os tratamentos que foram suplementados com vitamina E apresentaram maior intensidade de vermelho do que o tratamento que foi suplementado com selênio apenas, isto mostra que a vitamina E atuou como antioxidante impedindo que a oximioglobina se convertesse em metamioglobina, proporcionando assim carnes mais vermelhas.

A razão a^*/b^* dos filés em que as aves foram suplementadas com vitamina E e os que foram suplementadas com vitamina E + selênio foram

significativamente maiores (TABELA 2), indicando que nestes filés a mioglobina permaneceu na forma reduzida (oximioglobina), não sofrendo oxidação. Isto ocorreu devido à ação da vitamina E que foi efetiva na inibição da oxidação lipídica e da oxidação da mioglobina. Alguns autores relataram que a vitamina E possui ação na manutenção da cor das carnes (LIU; LANARY; SCHAEFER, 1995; GUIDERA et al., 1997; SHIMOKOMAKI; OLIVO; FRANCO, 1997; OLIVO et al., 2001). Segundo Mitsumoto et al. (1993) a suplementação de vitamina E na dieta dos animais pode atrasar a formação da metamioglobina e a oxidação lipídica. Para Sanders et al. (1997), a cor é provavelmente o principal atributo de qualidade que leva o consumidor a decidir pela aquisição de determinado produto.

A carne de peito provenientes de aves que foram suplementadas com apenas vitamina E foram as que apresentaram a menor oxidação lipídica (Tabela 2). Mesmo as aves suplementadas com vitamina E + selênio ou somente selênio apresentaram valores de oxidação semelhantes ao tratamento controle. Isto mostra que apenas a vitamina E conseguiu prevenir a oxidação lipídica. Segundo Kindlein (2002), a vitamina E possui várias funções diferentes, sendo que uma das mais importantes é a de antioxidante intracelular, prevenindo a oxidação de lipídios insaturados dentro das células, protegendo tanto as membranas internas quanto as externas dos danos resultantes desta oxidação. Em trabalho realizado por Souza et al. (2006) avaliando diferentes níveis de suplementação de vitamina E (0, 100, 150 e 200 mg/kg) na oxidação lipídica (TBARS) observaram que houve uma diferença significativa entre os tratamentos, onde verificou-se que quanto maior a concentração de vitamina E na carne, menores os valores obtidos para TBARS. Segundo este autor, independentemente das condições de armazenamento o uso da vitamina E contribuiu significativamente para diminuir a oxidação da carne. Higgins et al. (1998) e Mercier et al. (1998) obtiveram menor oxidação de lipídios, utilizando níveis de 300, 400 e 600 mg/kg de vitamina E, na dieta de perus. No entanto, Cortinas et al. (2005) concluíram que a suplementação com até 200 ppm de α -tocoferol previne até 88% da máxima oxidação lipídica.

A relação direta entre a oxidação lipídica e oxidação da mioglobina pode ser constatada através dos tratamentos controle e do tratamento onde as aves foram suplementadas com selênio, que foram os que apresentaram maiores valores de oxidação lipídica e menores razão a^*/b^* . A suplementação com selênio não foi eficiente na manutenção da cor, uma vez que a razão a^*/b^* destes filés foi

significativamente menor que a razão a^*/b^* dos tratamentos controle e dos tratamentos onde as aves foram suplementadas com vitamina E e com selênio + vitamina E. Isto é consequência do fato do selênio não ter inibido a oxidação lipídica.

Para capacidade de retenção de água pode-se observar que o tratamento onde houve suplementação de apenas vitamina E proporcionou a pior capacidade de retenção de água em relação ao tratamento em que foi suplementado vitamina E + selênio e o tratamento controle (Tabela 2). Segundo Brossi et al. (2009), é fundamental que a carne possua uma capacidade de retenção de água adequada, uma vez que, a perda de água durante o processamento é uma característica indesejável para produtos cárneos, já que produtos com baixa CRA apresentam rendimentos deficientes e pouca suculência. Olivo et al. (2001) não observaram diferença significativa na CRA em frangos de corte suplementados com vitamina E.

O tratamento onde as aves foram suplementadas com selênio ou somente vitamina E obtiveram os maiores valores para perda de peso por cozimento em relação ao tratamento controle ou quando fornecidos simultaneamente (Tabela 2). Para força de cisalhamento, pode-se observar que os tratamentos em que as carnes apresentaram as menores perdas por cocção foram as que apresentaram as menores forças de cisalhamento, isto é, o tratamento com suplementação de vitamina E ou selênio.

Para as características da carne, como se esperava, observou-se que a carne PSE apresentou um menor valor de pH comparada a carne normal e um maior valor de (L^*), isto é uma carne mais clara. Para Bourgeios, Mescle, Zucca (1994), a queda do pH após a morte é causada pelo acúmulo de ácido láctico, e constitui um dos fatores mais marcantes na transformação do músculo em carne, com decisiva importância na futura qualidade da carne e dos produtos preparados à base dela. A carne PSE é resultado de um acelerado metabolismo *post mortem* o que resulta num rápido declínio do pH enquanto a temperatura da carcaça ainda é alta ($\sim 35^\circ \text{C}$). Esta combinação pode ter como consequência a desnaturação das proteínas miofibrilares causado pelo estresse fisiológico, o que leva a cor pálida da carne e a diminuição da capacidade de retenção de água (BARBUT, 1997; OLIVO et al., 2001).

Na capacidade de retenção de água (CRA), observa-se que as carnes PSE tiveram uma menor retenção de água comparada as carnes normais. Já

para perda de peso por cozimento, as carnes PSE perderam mais água comparada a normal. As carnes PSE apresentam como característica um maior valor de luminosidade, isto se deve a combinação do pH baixo e da elevada temperatura destas carnes, causando assim uma maior desnaturação das proteínas miofibrilares. Estas carnes apresentam um pH (~5,4) muito próximo ao ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares. Neste pH, estas proteínas, por terem cargas positivas e negativas em igual quantidade, apresentam uma aproximação máxima dos filamentos grossos e finos, fazendo com que o espaço entre eles diminua ou até desapareça, impossibilitando a ligação destas moléculas com a água, reduzindo sua capacidade e estabilidade de retenção de água. A água fora das células e a estrutura proteica extremamente fechada provocam a reflexão da luz incidente fazendo com que as carnes PSE sejam extremamente pálidas (ROSENVOLD; ANDERSEN, 2001). Segundo Praxedes (2007), há uma relação que demonstra que quanto mais desnaturada estiver a carne em consequência das alterações de pH causadas pelo fenômeno do PSE, maiores serão suas perdas, pois proteínas com baixa capacidade de retenção de água, gerarão produtos cozidos com altas perdas de umidade.

Para a força de cisalhamento não houve diferença significativa entre as carnes PSE e normal. Os valores de TBARS mostram que a carne PSE tem uma maior oxidação lipídica comparada a carne normal. Segundo Soares et al. (2009), as carnes PSE apresentam maior oxidação lipídica comparada as normais, pois o estresse térmico endógeno promove uma maior atividade da PLA₂ na presença do Ca²⁺ intracelular, assim, esta reação enzimática pode ser o fator do desencadeamento da iniciação de carnes PSE, aumentando substancialmente as reações de peroxidação, gerando assim, uma maior oxidação lipídica nas carnes. Neste mesmo trabalho, Soares et al. (2009) observaram que as carnes PSE tiveram uma oxidação lipídica 27% maior do que as carnes normais,

Para concentração de vitamina E no músculo *Pectoralis Major*, obteve-se diferença significativa, onde os tratamentos que as aves foram suplementadas com vitamina E e vitamina E + selênio obtiveram as maiores médias (Tabela 3). Assim, percebe-se que a suplementação via ração é eficiente para o depósito de vitamina E no músculo. Os resultados mostram (Tabela 3) que nas carnes PSE e normais, não houve diferença significativa para a quantidade de vitamina E depositada no músculo. O acúmulo da vitamina E (α -tocoferol) é

dependente da quantidade e do tempo de suplementação, podendo sua concentração variar nos diferentes tecidos (ARNOLD et al., 1993 ; LIU et al., 1996; GUIDERA et al., 1997; MORRISSEY et al., 1997). Buckey, Morrissey, Gray (1995) concluíram que a vitamina E quando adicionada *post mortem* não é tão efetiva quanto à incorporação através da dieta animal, possivelmente por não permanecer como parte integrante da membrana celular. Scheideler, Weber e Monsalve (2010) trabalhando com a suplementação de selênio orgânico ou inorgânico (0,55 ou 0,75 pp m/kg de ração) e vitamina E (50, 100 ou 150 UI/kg de ração) em galinhas poedeiras observaram que as aves que consumiram menores níveis de vitamina E na dieta (50 UI/kg) tiveram menores níveis de α -tocoferol na gema (121,74 $\mu\text{g/g}$) comparada às galinhas alimentadas com níveis de 100 (260,84 $\mu\text{g/g}$) e 150 UI/kg (373,40 $\mu\text{g/g}$) de vitamina E.

Para a concentração de selênio na carne não houve diferença significativa entre os tratamentos e as carnes normais e PSE, demonstrando que a suplementação de selênio não foi efetiva para maior deposição deste mineral na carne. Já em trabalho realizado por Skrivan et al. (2008) avaliando a suplementação na forma de selenito de sódio e selenometionina, observaram que estes promoveram aumento dos níveis de selênio na carne do peito com ambas as fontes.

Observa-se na Tabela 3 que a atividade da fosfolipase A_2 foi menor no tratamento onde as aves foram suplementadas com selênio. Espera-se essa menor atividade da fosfolipase A_2 no tratamento onde as aves foram suplementadas com vitamina E, pois segundo Olivo et al. (2001) a vitamina E quando suplementada na dieta das aves poderia melhorar as propriedades funcionais da carne, pois ao alimentar as aves com teores maiores que os normais de α -tocoferol ocorre a inibição da atividade da fosfolipase A_2 (PLA_2), pois a vitamina E atuaria estabilizando os fosfolipídios das membranas celulares, possivelmente inibindo a atividade da PLA_2 . Assim, os resultados obtidos neste trabalho não confirmam a atuação da vitamina E como agente inibidora da PLA_2 dependente de Ca^{2+} .

A Tabela 4 mostra a incidência de carnes PSE e normal em frangos de corte. O selênio e a vitamina E não influenciaram na incidência de carnes PSE.

4.2.5 Conclusão

Não houve sinergismo entre a vitamina E e o selênio na qualidade de carne. A vitamina E mostrou ser um eficiente antioxidante na prevenção da oxidação lipídica e da oximioglobina, no entanto não inibiu a atividade da PLA₂ e a incidência de carnes PSE.

4.2.6 Referências

- ARNOLD, R. N. et al. Tissue equilibration and subcellular distribution of vitamin E relative to myoglobin and lipid oxidation in displayed beef. **Journal Animal Science**, Champaign, v.71, n.1, p.105-118, jan. 1993.
- BARBUT, S. Problem of pale, soft, exudative meat in broiler chickens. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 38, n. 4, p.355-358, nov.1997.
- BOULIANNE, M.; KING, J.A. Biochemical and color characteristics of skinless boneless pale chicken breast. **Poultry Science**, Champaign, v. 74, n.10, p. 1693-1698, out. 1995.
- BOURGEOIS, C.M.; MESCLE, J.F.; ZUCCA, J. **Microbiologia Alimentaris**. Zaragoza: Acribia, 1994.
- BROSSI, C. et al. Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1296-1305, jul.2009.
- BUCKLEY, D. J.; MORRISEY, P. A.; GRAY, J. I. Influence of dietary vitamin E on oxidative stability and quality of pig meat. **Journal Animal Science**, Champaign, v.73, n.10 ,p. 3122-3130, out. 1995.
- CHEN, T. et al. Phospholipase A₂ and antioxidante enzyme activities in normal and PSE pork. **Meat Science**, v.84, n.1 p.143-146, jan. 2010.
- CORTINAS, L. et al. Influence of the dietary polyunsaturation level on chicken meat quality: lipid oxidation. **Poultry Science**, Champaign , v.84, n.1, p. 48-55, jan. 2005
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análise de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v.6, p.36-41, 2008.
- GIERUS, M. Fontes orgânicas e inorgânicas de selênio na nutrição de vacas leiteiras: digestão, absorção, metabolismo e exigências. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 4, p. 1212-1220, jul/ago 2007.
- GOMES, Gabriela Roncada. **Suplementação com Selênio orgânico nas dietas de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**.2008. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, Jaboticabal.

GUIDERA, J. et al. The effect of dietary vitamin E supplementation on the quality of fresh and frozen lamb meat. **Meat Science**, Barking, v.45, n.1, p.33-43, jan. 1997.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advances in Food Research**, v. 10, p. 355-362, 1960.

HIGGINS, F. M. et al. Assessment of alpha-tocopheryl acetate supplementation, addition of salt and packaging on the oxidative stability of raw turkey meat. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 39, n.5, p. 596-600, dez. 1998.

HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v. 49, n.4, p.447-457, ago. 1998.

KINDLEIN, G. **A Influência da alimentação com diferentes níveis de vitamina E e selênio sobre a produção de imunoglobulina Y (IgY) no soro de poedeiras leves vacinadas contra *Escherichia Coli* e Encefalomielite Aviária**. 2002. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre. 2002.

LOWRY, O. H. et al. Protein measurement with the Folin phenol reagent. **Journal of Biological Chemistry**, v. 193, n. 1, p. 265-275, nov. 1951.

LIU, Q.; LANARY, M. C.; SCHAEFER, D. M. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, n.10 p. 3131-3140, out. 1995.

LIU, Q. et al. Color coordinates for assessment of dietary vitamin E effects on beef color stability **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, n.1, p.106-116, jan. 1996.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZÁLES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de corte**. Campinas: FACTA. 2008. 375p.

MERCIER, Y, et al. Effect of dietary fat and vitamin E on color and stability on lipid protein oxidation in turkey meat during storage. **Meat Science**, v.48, n.3-4, p. 301-318, mar/abr. 1998.

MITSUMOTO, M. et al. Dietary versus postmortem supplementation of vitamin E on pigment and lipid stability in ground beef. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n.7, p. 1812-1816, jul. 1993.

MORRISSEY, P.A. et al. Tissue content of alpha-tocopherol and oxidative stability of broilers receiving alpha-tocopheryl acetate supplement for various periods preslaughter. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 38, n. 1, p.84-88, mar. 1997.

OBA, A. et al. The Effect of Management of Transport and Lairage Conditions on Broiler Chicken Breast Meat Quality and DOA (Death on Arrival). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.52, p.205-211, nov. 2009.

OLIVO, R et al. Dietary vitamin E inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. **Journal of Food Biochemistry**, Malden, v.25, n.4, p.271-283, set. 2001.

PRAXEDES, C. I. S. **Exsudação de Gel no Cozimento em Carne de Peito de Frango Normal, “PSE” e “DFD”**.2007. Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal). Universidade Federal Fluminense, Centro de Ciências Médicas, Niterói.

ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H. J. Factors of significance for pork quality: a review. **Meat science**, v. 64, n. 3, p.219 -237, jul. 2001.

ROSTAGNO, H.S.et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011, p. 252.

SANDERS, S.K. et al. Vitamin E supplementation of cattle and shelf-life of beef for the japonese market. **Journal Animal Science**, Champaign, v.75, p.2634-2640, 1997.

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

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; FRANCO, E.O. Qualidade da carne de frango suplementado com dieta contendo vitamina E. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS. 2., Campinas. Anais...Campininas: Proceedings, 1997. p.179.

SKRIVAN, M. et al. Dietary selenium increases vitamin E contents of egg yolk and chick meat. **British Poultry Science**, Edinburgh, v.49, n.4, p. 482-486, jul. 2008.

SOARES, A. L. et al. Variation in the colour of Brazilian broiler breast fillet. In: PROCEEDINGS 48TH INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 48, 2002, Rome. **Anais...Rome: 48th ICoMST**, 2002, p.540-541.

SOARES et al. Lipid Oxidation and Fatty Acid Profile Related to Broiler Breast Meat Color Abnormalities, **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n.6, p. 1513-1518, nov/dez. 2009.

SOUZA, P. A. de et al. Efeito da suplementação de vitamina E no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 101, n. 557-558, p. 87-94, jan/jun. 2006.

TARLADGIS, B.G.; PEARSON, A.M.; DUGAN JUN, L.R. Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods: formation of the tba-malonaldehyde complex without acid-heat treatment. **Journal of Food Science and Agriculture**, v.5, n.9, p-602-604, set. 1964.

Tabela 1 – Composição percentual e calculada das rações de frangos de corte nas diferentes fases de criação.

Ingredientes	Pré-Inicial (1-7 dias)	Inicial (8-21 dias)	Crescimento (22-33 dias)	Terminação (34-42 dias)
Milho grão	55,27	57,70	60,75	65,02
Soja farelo 45%	38,04	35,18	31,58	27,68
Óleo de soja	2,26	3,16	4,06	3,99
Fosfato bicálcico	1,93	1,57	1,34	1,12
Calcário	0,79	0,83	0,79	0,72
Sal comum	0,51	0,51	0,46	0,44
Premix vit. mineral ¹	0,40	0,40	0,40	0,40
L-Lisina HCl	0,31	0,26	0,26	0,28
DL-Metionina	0,36	0,30	0,28	0,26
L-Treonina	0,13	0,09	0,08	0,09
Total	100	100	100	100
Calculada				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2960	3050	3150	3200
Proteína bruta (%)	22,40	21,20	19,80	18,40
Metionina digestível (%)	0,657	0,591	0,555	0,516
Met. + cyst. digestível (%)	0,953	0,876	0,826	0,774
Lisina digestível (%)	1,324	1,217	1,131	1,060
Treonina digestível (%)	0,861	0,791	0,735	0,689
Cálcio (%)	0,920	0,841	0,758	0,663
Sódio	0,220	0,220	0,200	0,195
Fósforo disponível (%)	0,470	0,428	0,398	0,309

Pré-Inicial e Inicial: vit. A 2571,4280 UI/g, vit. D3 571,4285 UI/g, vit. K3 445,7143 mg/kg, vit. B1 560,0000 mg/kg, vit. B2 1600,0000 mg/kg, vit. B6 845,5714 mg/kg, vit. B12 3250,0000 mcg/kg, vit. E 8857,1450 UI, pantotenato de cálcio 2985,7140 mg/kg, niacina 8960,0010 mg/kg, ácido fólico 194,2857 mg/kg, biotina 20,0000 mg/kg, colina 83142,840 mg/kg, metionina 424285,70 mg/kg, zinco 17785,720 mg/kg, ferro 13800,000 mg/kg, cobre 2811,4300 mg/kg, manganês 22062,860 mg/kg, iodo 274,5714 mg/kg, selênio 96,4286 mg/kg, cobalto 51,4286 mg/kg. **Crescimento:** vit. A 1900,0000 UI/g, vit. D3 480,0000 UI/g, vit. K3 374,4000 mg/kg, vit. B1 509,6000 mg/kg, vit. B2 1280,0000 mg/kg, vit. B6 702,9000 mg/kg, vit. B12 3000,000 mcg/kg, vit. E 7000,0000 UI, pantotenato de cálcio 2660,0000 mg/kg, niacina 7546,0000 mg/kg, ácido fólico 176,0000 mg/kg, biotina 18,0000 mg/kg, colina 75000,000 mg/kg, metionina 380160,00 mg/kg, zinco 16500,0000 mg/kg, ferro 12600,0000 mg/kg, cobre 2640,0000 mg/kg, manganês 17680,0000 mg/kg, iodo 248,0000 mg/kg, selênio 76,500 mg/kg, cobalto 50,0000 mg/kg. **Terminação:** vit. A 1428,5710 UI/g, vit. D3 392,8571 UI/g, vit. K3 297,1429 mg/kg, vit. B1 378,0000 mg/kg, vit. B2 960,0000 mg/kg, vit. B6 565,7143 mg/kg, vit. B12 2285,7140 mcg/kg, vit. E 5285,7150 UI, pantotenato de cálcio 1900,0000 mg/kg, niacina 5600,0000 mg/kg, ácido fólico 131,4286 mg/kg, biotina 14,2857 mg/kg, colina 56571,430 mg/kg, metionina 301242,80 mg/kg, zinco 12857,140 mg/kg, ferro 9428,5710 mg/kg, cobre 2057,1430 mg/kg, manganês 13371,430 mg/kg, iodo 187,7714 mg/kg, selênio 57,2143 mg/kg, cobalto 50,000 mg/kg.

Tabela 2 – Médias observadas para pH, luminosidade (L*), a*, b*, Razão a*/b*, Oxidação Lipídica, Capacidade de retenção de água (CRA), Perda de Peso por cozimento (PPC) e Força de Cisalhamento (Newton) em frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio.

TRATAMENTO	pH	L*	a*	b*	Razão a*/b*	Oxid. Lipídica (mg TBARS/kg)	CRA (%)	PPC (%)	Força Cisalham.
Controle	5,75	54,14	1,58 bc	8,76	0,20 ab	0,2230 a	63,97 a	22,10 b	16,88 ab
Vitamina E	5,76	53,91	1,90 ab	9,18	0,21 a	0,1189 b	62,42 b	23,05 ab	16,41 ab
Selênio	5,76	54,39	1,25 c	8,45	0,15 b	0,2006 a	62,69 ab	24,28 a	15,63 b
Vitamina E + Selênio	5,73	54,61	2,05 a	9,08	0,23 a	0,2121 a	63,86 a	22,26 b	18,54 a
CARACTERÍSTICA DA CARNE									
Normal	5,82 a	52,68 b	1,82 a	8,38 b	0,19	0,1716 b	64,40 a	22,61 b	17,36
PSE	5,68 b	55,85 a	1,58 b	9,36 a	0,20	0,2006 a	62,07 b	23,23 a	16,36
VALOR DE F*									
Tratamento (T)	0,65 NS	1,23 NS	13,20 *	2,54 NS	5,88*	25,95 *	4,50*	5,16*	3,82 NS
Característica da carne (C)	62,99*	137,47*	6,32 *	22,52*	0,22 NS	10,31*	38,66*	2,02 NS	2,54 NS
T * C	0,07 NS	0,417 NS	0,34 NS	0,99 NS	0,54 NS	0,91 NS	1,46 NS	0,28 NS	2,61 NS
CV (%)	1,05	1,74	19,95	8,04	23,19	16,81	2,05	6,62	12,94

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5,0% de probabilidade ($p \leq 0,05$). NS - Não-significativo, * - Significativo a 5,0% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Tabela 3 – Atividade enzimática de fosfolipase A₂ (PLA₂) total e dependente de cálcio e concentração de vitamina E e selênio no músculo *Pectoralis Major* de frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio

TRATAMENTOS	PLA (UA.g ⁻¹ de proteína)		Vitamina E (µg α-Tocoferol.g ⁻¹ de amostra em base seca)	Selênio (µg selênio.kg ⁻¹ de amostra em base seca)
	PLA ₂ TOTAL	PLA ₂ DEPENDENTE DE CÁLCIO		
Controle	0,051	0,047 a	14,85 b	463,02
Vitamina E	0,062	0,032 ab	49,05 a	513,45
Selênio	0,062	0,028 b	11,56 b	551,85
Vitamina E + Selênio	0,045	0,031 ab	46,04 a	561,37
CARACTERÍSTICAS DA CARNE				
Normal	0,053	0,034	28,90	534,18
PSE	0,056	0,032	30,33	510,66
VALOR DE F*				
Tratamento (T)	0,912 NS	3,942*	128,33 *	1,68 NS
Características da carne (C)	0,150 NS	1,771 NS	0,67 NS	0,47 NS
T*C	2,385 NS	0,920 NS	0,04 NS	2,96 NS
CV(%)	41,47	32,92	25,90	20,87

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5,0% de probabilidade ($p \leq 0,05$). NS - Não-significativo, * - Significativo a 5,0% de probabilidade ($p \leq 0,05$). NS - Não-significativo, * - Significativo a 0,05 de probabilidade

Tabela 4 – Incidência de carnes PSE e normal em frangos de corte suplementados com vitamina E e/ou selênio

TRATAMENTO	% PSE	% Normal
Controle	56,99	43,01
Vitamina E	58,82	41,18
Selênio	60,46	39,54
Vitamina E + Selênio	57,78	42,22

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Não houve sinergismo entre a vitamina E e o selênio na qualidade de carne.
- A vitamina E mostrou ser um eficiente antioxidante na prevenção da oxidação lipídica e da oximioglobina, no entanto não inibiu a atividade da PLA₂ e a incidência de carnes PSE.
- A suplementação de selênio foi tóxica para as aves, o que proporcionou um desempenho ruim comprometendo o rendimento de cortes.
- Quanto ao sistema imune, a suplementação de vitamina E e/ou selênio na dieta das aves não proporcionou qualquer melhora nos títulos de anticorpos e no peso dos órgãos linfóides.

ANEXOS

ANEXO A



Universidade
Estadual de Londrina

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

OF. CIRC. CEUA Nº 17/2012

Londrina, 13 de janeiro de 2012


A CEUA-UEL, reunido em 06 de dezembro de 2011, avaliou o projeto de pesquisa intitulado **"Sinergismo entre o selênio e a vitamina E no controle da incidência das carnes PSE (pale, soft, exudative) em frangos"**, registrado sob processo nº 30360.2011.28, pesquisa do Centro de Ciências Agrárias, desenvolvido sob sua responsabilidade. Esclarecidos os aspectos metodológicos solicitados, o projeto está *aprovado* para execução entendendo-se que os princípios éticos postulados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal e Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal estão respeitados.

Serão utilizados 480 frangos de corte provenientes do incubatório da Big Frango (Oxorama), divididos em 4 grupos com 120 animais cada. Os grupos serão divididos em Grupo A: Controle (protocolo de dieta de vitamina E e selênio padronizado), Grupo B (dobro da dieta de vitamina E em relação ao padronizado), Grupo C (dobro da dieta de selênio em relação ao padronizado) e grupo D (dobro da dieta de vitamina E e selênio em relação ao padronizado). O experimento será conduzido no galpão experimental da Fazenda Escola da UEL. As aves serão alojadas com 1 dia de idade e receberão água e ração ad libitum em todo o período experimental (42 dias). Durante as fases pré-inicial (1-7 dias), inicial (8-21 dias), crescimento (22-35 dias) e terminação (36-42 dias) serão avaliados os seguintes parâmetros: ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, viabilidade. Após os 42 dias serão avaliados rendimento de carcaça, rendimento de corte, medida de pH, medida de cor, classificação dos filés de frango em PSE, medida da capacidade de retenção de água, força de cisalhamento, perda de peso por cozimento, substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico, medida da atividade da Fosfolipase A2, determinação de selênio na carne e determinação de vitamina E na carne. O projeto está previsto para ser executado em 15 meses a partir da aprovação por esta comissão.

Cumpra orientar que caso pretendam-se quaisquer alterações no protocolo experimental aprovado, deve-se submeter o novo protocolo à apreciação da CEUA/UEL anteriormente à execução das modificações.

Sem mais para o momento, subscrevo-me.

Cordialmente,


Prof. Dr. Waldceu Aparecido Verri Junior
Coordenador da CEUA/UEL

Ilmo. Sr.
Prof. Dr. Alexandre Oba
Coordenadora do Projeto
Departamento de Zootecnia
Centro de Ciências Agrárias
(Com cópia para Sr^a Egle Maria de Sousa (Chefe da DCA/PROPPG))

Normas editoriais para publicação na Semina: Ciências Agrárias, UEL.

Os artigos poderao ser submetidos em português e apos o aceite serem traduzidos para o inglês.

Os artigos em inglês terão prioridade de publicação.

Os artigos em ingles deverao estar acompanhados (como documento suplementar) do comprovante de traducao; correcao de um dos seguintes tradutores

[American Journal Experts.](#)

[Editage](#)

[Elsevier](#)

O autor principal deverá anexar no sistema **documento comprobatório** dessa correção.

Categorias dos Trabalhos

- a) Artigos científicos: no máximo 20 páginas incluindo figuras, tabelas e referências bibliográficas;
- b) Comunicações científicas: no máximo 12 páginas, com referências bibliográficas limitadas a 16 citações e no máximo duas tabelas ou duas figuras ou uma tabela e uma figura;
- b) Relatos de casos: No máximo 10 páginas, com referências bibliográficas limitadas a 12 citações e no máximo duas tabelas ou duas figuras ou uma tabela e uma figura;
- c) Artigos de revisão: no máximo 25 páginas incluindo figuras, tabelas e referências bibliográficas.

Apresentação dos Trabalhos

Os originais completos dos artigos, comunicações, relatos de casos e revisões podem ser escritos em português, inglês ou espanhol, no editor de texto Word for Windows, com espaçamento 1,5, em papel A4, fonte Times New Roman, tamanho 11 normal, com margens esquerda e direita de 2 cm e superior e inferior de 2 cm, respeitando-se o número de páginas, devidamente numeradas, de acordo com a categoria do trabalho. Figuras (desenhos, gráficos e fotografias) e Tabelas serão numeradas em algarismos arábicos e devem estar separadas no final do trabalho.

As figuras e tabelas deverão ser apresentadas nas larguras de 8 ou 16 cm com altura máxima de 22 cm, lembrando que se houver a necessidade de dimensões maiores, no processo de editoração haverá redução para as referidas dimensões. As legendas das figuras deverão ser colocadas em folha separada obedecendo à ordem numérica de citação no texto. Fotografias devem ser identificadas no verso e desenhos e gráfico na parte frontal inferior pelos seus respectivos números do texto e nome do primeiro autor. Quando necessário deve ser indicado qual é a parte superior da figura para o seu correto posicionamento no texto.

Preparação dos manuscritos

Artigo científico:

Deve relatar resultados de pesquisa original das áreas afins, com a seguinte organização dos tópicos: Título; Título em inglês; Resumo com Palavras-chave (no máximo seis palavras); Abstract com Key words (no máximo seis palavras); Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão com as conclusões no final ou Resultados, Discussão e Conclusões separadamente; Agradecimentos; Fornecedores, quando houver e Referências Bibliográficas. Os tópicos devem ser escritos em letras maiúsculas e minúsculas e destacados em negrito, sem numeração. Quando houver a necessidade de subitens dentro dos tópicos, os mesmos devem receber números arábicos. O trabalho submetido não pode ter sido publicado em outra revista com o mesmo conteúdo, exceto na forma de resumo de congresso, nota prévia ou formato reduzido.

A apresentação do trabalho deve obedecer à seguinte ordem:

1. *Título do trabalho*, acompanhado de sua tradução para o inglês.
2. *Resumo e Palavras-chave*: Deve ser incluído um resumo informativo com um mínimo de 150 e um máximo de 300 palavras, na mesma língua que o artigo foi escrito, acompanhado de sua tradução para o inglês (*Abstract e Key words*).
3. *Introdução*: Deverá ser concisa e conter revisão estritamente necessária à introdução do tema e suporte para a metodologia e discussão.
4. *Material e Métodos*: Poderá ser apresentado de forma descritiva contínua ou com subitens, de forma a permitir ao leitor a compreensão e reprodução da metodologia citada com auxílio ou não de citações bibliográficas.
5. *Resultados e discussão com conclusões ou Resultados, Discussão e Conclusões*: De acordo com o formato escolhido, estas partes devem ser apresentadas de forma clara, com auxílio de tabelas, gráficos e figuras, de modo a não deixar dúvidas ao leitor, quanto à autenticidade dos resultados, pontos de vistas discutidos e conclusões sugeridas.
6. *Agradecimentos*: As pessoas, instituições e empresas que contribuíram na realização do trabalho deverão ser mencionadas no final do texto, antes do item Referências Bibliográficas.

Observações:

Quando for o caso, antes das referências, deve ser informado que o artigo foi aprovado pela comissão de bioética e foi realizado de acordo com as normas técnicas de biosegurança e ética.

Notas: Notas referentes ao corpo do artigo devem ser indicadas com um símbolo sobrescrito, imediatamente depois da frase a que diz respeito, como notas de rodapé no final da página.

Figuras: Quando indispensáveis figuras poderão ser aceitas e deverão ser assinaladas no texto pelo seu número de ordem em algarismos arábicos. Se as ilustrações enviadas já foram publicadas, mencionar a fonte e a permissão para reprodução.

Tabelas: As tabelas deverão ser acompanhadas de cabeçalho que permita compreender o significado dos dados reunidos, sem necessidade de referência ao texto.

Grandezas, unidades e símbolos: Deverá obedecer às normas nacionais correspondentes (ABNT).

7. *Citações dos autores no texto*: Deverá seguir o sistema de chamada alfabética seguidas do ano de publicação de acordo com os seguintes exemplos:

- a) Os resultados de Dubey (2001) confirmam que
- b) De acordo com Santos et al. (1999), o efeito do nitrogênio.....
- c) Beloti et al. (1999b) avaliaram a qualidade microbiológica.....
- d) [...] e inibir o teste de formação de sincício (BRUCK et. al., 1992).
- e) [...]comprometendo a qualidade de seus derivados (AFONSO; VIANNI, 1995).

Citações com três autores

Dentro do parêntese, separar por ponto e vírgula.

Ex: (RUSSO; FELIX; SOUZA, 2000).

Incluídos na sentença, utilizar vírgula para os dois primeiros autores e (e) para separar o segundo do terceiro.

Ex: Russo, Felix e Souza (2000), apresentam estudo sobre o tema....

Citações com mais de três autores

Indicar o primeiro autor seguido da expressão et al.

Observação: Todos os autores devem ser citados nas Referências Bibliográficas.

8. Referências Bibliográficas: As referências bibliográficas, redigidas segundo a norma NBR 6023, ago. 2000, da ABNT, deverão ser listadas na ordem alfabética no final do artigo. Todos os autores participantes dos trabalhos deverão ser relacionados, independentemente do número de participantes (única exceção à norma – item 8.1.1.2). A exatidão e adequação das referências a trabalhos que tenham sido consultados e mencionados no texto do artigo, bem como opiniões, conceitos e afirmações são da inteira responsabilidade dos autores.

As outras categorias de trabalhos (Comunicação científica, Relato de caso e Revisão) deverão seguir as mesmas normas acima citadas, porem, com as seguintes orientações adicionais para cada caso:

Comunicação científica

Uma forma concisa, mas com descrição completa de uma pesquisa pontual ou em andamento (nota prévia), com documentação bibliográfica e metodologia completas, como um artigo científico regular. Deverá conter os seguintes tópicos: Título (português e inglês); Resumo com Palavras-chave; Abstract com Key words; Corpo do trabalho sem divisão de tópicos, porém seguindo a seqüência – introdução, metodologia, resultados (podem ser incluídas tabelas e figuras), discussão, conclusão e referências bibliográficas.

Relato de caso

Descrição sucinta de casos clínicos e patológicos, achados inéditos, descrição de novas espécies e estudos de ocorrência ou incidência de pragas, microrganismos ou parasitas de interesse agrônomo, zootécnico ou veterinário. Deverá conter os seguintes tópicos: Título (português e inglês); Resumo com Palavras-chave; Abstract com Key-words; Introdução com revisão da literatura; Relato do (s) caso (s), incluindo resultados, discussão e conclusão; Referências Bibliográficas.

Artigo de revisão bibliográfica

Deve envolver temas relevantes dentro do escopo da revista. O número de artigos de revisão por fascículo é limitado e os colaboradores poderão ser convidados a apresentar artigos de interesse da revista. No caso de envio espontâneo do autor (es), é necessária a inclusão de resultados relevantes próprios ou do grupo envolvido no artigo, com referências bibliográficas, demonstrando experiência e conhecimento sobre o tema.

O artigo de revisão deverá conter os seguintes tópicos: Título (português e inglês); Resumo com Palavras-chave; Abstract com Key-words; Desenvolvimento do tema proposto (com subdivisões em tópicos ou não); Conclusões ou Considerações Finais; Agradecimentos (se for o caso) e Referências Bibliográficas.

Outras informações importantes

- 1 A publicação dos trabalhos depende de pareceres favoráveis da assessoria científica "Ad hoc" e da aprovação do Comitê Editorial da Semina: Ciências Agrárias, UEL.
2. Não serão fornecidas separatas aos autores, uma vez que os fascículos estarão disponíveis no endereço eletrônico da revista (<http://www.uel.br/revistas/uel>).
3. Os trabalhos não aprovados para publicação serão devolvidos ao autor.
4. Transferência de direitos autorais: Os autores concordam com a transferência dos direitos de publicação do referido artigo para a revista. A reprodução de artigos somente é permitida com a citação da fonte e é proibido o uso comercial das informações.
5. As questões e problemas não previstos na presente norma serão dirimidos pelo Comitê Editorial da área para a qual foi submetido o artigo para publicação.
6. Informações devem ser dirigidas a:

<p>Universidade Estadual de Londrina</p> <p>Centro de Ciências Agrárias</p> <p>Departamento de Medicina Veterinária Preventiva</p> <p>Comitê Editorial da Semina Ciências Agrárias</p> <p>Campus Universitário - Caixa Postal 600186051-990</p> <p>Londrina, Paraná, Brasil.</p> <p>Informações: Fone: 0xx43 33714709</p> <p>Fax: 0xx43 33714714</p> <p>Emails: vidotto@uel.br; csvjneve@uel.br</p>	<p>ou Universidade Estadual de Londrina</p> <p>Coordenadoria de Pesquisa e Pós-graduação</p> <p>Conselho Editorial das revistas Semina</p> <p>Campus Universitário - Caixa Postal 600186051-990</p> <p>Londrina, Paraná, Brasil.</p> <p>Informações: Fone: 0xx43 33714105</p> <p>Fax: Fone 0xx43 3328 4320</p> <p>Emails: eglema@uel.br;</p>
---	--