

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Dissertação

ANTIOXIDANTES NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE

Carolina Boschini

Pelotas, 2011

Carolina Boschini

ANTIOXIDANTES NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área do conhecimento: Nutrição de Não-Ruminantes).

Orientador: Prof. Dr. Jerri Teixeira Zanusso

Co-orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Anciuti

Pelotas, 2011

Dados de catalogação na fonte:
Ubirajara Buddin Cruz – CRB-10/901
Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

B742a

Boschini, Carolina

Antioxidantes na dieta de frango de corte / Carolina Boschini. – 75f. ; il. – Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição de não-ruminantes. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, 2010. – Orientador Jerri Teixeira Zanusso ; co-orientador Marcos Antonio Anciuti.

1.Zootecnia. 2.Combinação de antioxidantes. 3.Cor.
4.Desempenho. 5.Rendimento de carcaça. 6.Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico. 7.Vitamina E. I.Zanusso, Jerri Teixeira. II.Anciuti, Marcos Antonio. III.Título.

CDD: 636.513

Banca examinadora:

Prof. Dr. Jerri Teixeira Zanusso – UFPel – DZ/FAEM

Prof. Dr. Nelson José Laurino Dionello – UFPel – DZ/FAEM

Dra. Juliana Klug Nunes – UFPel – DZ/FAEM

Prof. Dr. Otto Mack Junqueira – UNESP – FCAV Jaboticabal

Aos meus pais, Sérgio e Fátima, que acreditaram e
deram total apoio em todas minhas decisões.

DEDICO

Agradecimentos

Ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia pela oportunidade e reconhecimento.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Aos meus pais, Sérgio e Fátima, exemplos de caráter, honestidade, perseverança, trabalho e amor. O incentivo e a confiança em mim foram essenciais. Amo vocês.

Aos meus irmãos, Juliana e Júlio, pelo amor, amizade e força durante os momentos que estivemos distantes.

Aos Professores Marcos Anciuti e Fabiane Pereira Gentilini, meus exemplos de profissionais, um simples agradecimento é insuficiente para representar o que vocês fizeram por mim desde o momento que ingressei no mestrado.

Ao Prof. Jerri, pela orientação, confiança e ensinamentos durante o mestrado.

Às minhas colegas de Pós-graduação, Fernanda, Aiane, Débora, Naiana, Jaqueline e Patrícia, pela amizade, ensinamentos e contribuições, e parceria essenciais durante este período.

Aos meus colegas de Pós-graduação, Leonardo, Jackes e Diones, pela amizade, colaboração e paciência e parceria durante o mestrado.

À minhas amigas irmãs Janaína Camacho, Liane Bassini, Alexandra Borck e Karina Guterres, pelos momentos de alegria, pelos puxões de orelha, pelas lágrimas derramadas, bebedeiras, enfim por todos os momentos que passamos juntas, sou infinitamente grata, sem vocês com certeza tudo seria muito mais difícil. Amo vocês!

À minha fiel e eterna amiga Taís da Silva Lopes, que esteve ao meu lado me apoiando em todas minhas decisões, mesmo distante, durante todo este período. Amo você!

À minha família Pelotense, Gilda e Rogério Bassini, que me acolheram como uma filha em seu lar quando cheguei à Pelotas e que me confortam nos momentos de carência familiar sempre que preciso, meu muito obrigada!

À minha parceira e amiga de casa Carol Jacometo, pela paciência, companhia e parceria.

Aos alunos do grupo GEASPEL, por todo auxílio prestado no experimento.

Aos colegas do PPGZ, pela amizade, risadas, companhia.

Às secretárias Graziela e Norma, pela paciência e auxílio durante este último ano de mestrado.

Aos funcionários do CAVG Henri, Casquinha e Lincon, pelos auxílios durante o experimento.

Aos professores do PPGZ, por todos os ensinamentos.

À Universidade Federal de Pelotas, pela formação profissional.

Ao Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Pelotas “Visconde da Graça”, por ceder as instalações e equipamentos para realização do experimento.

À Alltech do Brasil, por possibilitar a realização do experimento.

E à todos aqueles que direta ou diretamente contribuíram para minha aquisição do título de Mestre.

Muito Obrigada!

O critério que estabelece a qualidade de um bom quebra-cabeças nada tem a ver com o fato de seu resultado ser intrinsecamente interessante ou importante”

Thomas S. Kuhn

RESUMO

BOSCHINI, CAROLINA. **Antioxidantes na dieta de frangos de corte**. 2011, 75f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas.

Este estudo teve como objetivo investigar os efeitos de um produto com uma combinação de antioxidantes (CA) e diferentes níveis de vitamina E no desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de frangos de corte. Um total de 840 frangos de corte Cobb machos foram alimentados com dietas experimentais de 1 a 35 dias. O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado. As dietas experimentais consistiram de T1- CA-200ppm, T2-200ppm CA + Vitamina E (20 ppm), T3-200ppm CA + Vitamina E (40ppm), T4-200ppm CA + vitamina E (60ppm), T5-200ppm CA vitamina E + (80ppm) E e T6-vitamina E (80ppm). A dieta base de milho e soja foi formulada de acordo com os requisitos estabelecidos pela Cobb. O desempenho não foi afetado pelos tratamentos. O rendimento de carcaça e corte não foram significativamente influenciados, mas uma melhora numérica do peito e coxa foi observada nas aves alimentadas com T3. Colorimetria da carne foi afetada significativamente, encontrando melhores resultados de L * para o T5, a * (T1 e T5) e b * (T6) não diferindo de T2, T3, T4 e T5. Um menor índice de TBARS foi observado nas aves alimentadas T5, indicando menor peroxidação lipídica na carne. Estes resultados indicam que a CA com qualquer nível de vitamina E não alterou o desempenho de frangos de corte. A CA melhorou o rendimento de carcaça e corte, cor e diminuiu a peroxidação lipídica da carne.

Palavras-chave: combinação de antioxidantes. cor. desempenho. rendimento de carcaça. substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico. vitamina E.

ABSTRACT

BOSCHINI, CAROLINA. **Antioxidants in the diet of broiler chickens**. 2011, 75f. Thesis (M.Sc.) - Graduate Program in Animal Science. Federal University of Pelotas.

This study aimed to investigate the effects of a product containing a combination of antioxidants (CA) and different levels of vitamin E on performance, carcass traits and meat quality of broilers. A total of 840 Cobb male broilers were fed experimental diets from 1 to 35 days. A completely randomized experimental design was used. Dietary treatments consisted of T1- 200ppm CA, T2- 200ppm CA + Vitamin E (20 ppm), T3- 200ppm CA + Vitamin E (40ppm), T4- 200ppm CA + vitamin E (60ppm), T5- 200ppm CA + vitamin E (80ppm), T6- vitamin E (80ppm). A basal corn-soybean meal diet was formulated according to requirements established by Cobb. Performance was not affected by dietary treatments. Carcass yield and cut-ups were not significantly influenced, but a numerical improvement of breast and thigh was observed in birds fed T3. Meat colorimetry was significantly affected, finding the best results to L* (T5), a* (T1 and T5) and b* (T6), but results did not differ from T2, T3, T4 and T5. A lowest TBARs index was observed in birds fed T5, indicating lower meat lipidic peroxidation. These results indicate that the CA with any level of vitamin E did not change the broiler performance and efficiency factor. The CA improved carcass yield and cut-ups, color and decreases meat lipid peroxidation.

Keywords: combination of antioxidants, color, performance, carcass yield, TBARs, vitamin E

LISTA DE TABELAS

PROJETO DE PESQUISA

Tabela 1: Relação de custos para execução do experimento.....	23
---	----

RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO

Tabela 1: Composição percentual e níveis nutricionais das dietas de acordo com a fase de desenvolvimento dos frangos.....	40
---	----

Tabela 2: Programa de luz durante o período experimental.....	41
---	----

ARTIGO 1

Tabela 1: Composição percentual e níveis nutricionais das dietas de acordo com a fase de desenvolvimento dos frangos.....	49
---	----

Tabela 2: Desempenho produtivo de frangos de corte com 7 dias de idade recebendo dietas contendo EconomasE e diferentes níveis de inclusão de vitamina E.....	51
---	----

Tabela 3: Desempenho produtivo de frangos de corte com 14 dias de idade recebendo dietas contendo EconomasE e diferentes níveis de inclusão de vitamina E.....	52
--	----

Tabela 4: Desempenho produtivo de frangos de corte com 21 dias de idade recebendo dietas contendo EconomasE e diferentes níveis de inclusão de vitamina E.....	53
--	----

Tabela 5: Desempenho produtivo de frangos de corte com 28 dias de idade recebendo dietas EconomasE e diferentes níveis de inclusão de vitamina E.....	54
---	----

Tabela 6: Desempenho produtivo de frangos de corte com 35 dias de idade recebendo dietas contendo EconomasE e diferentes níveis de inclusão de vitamina E.....	54
--	----

ARTIGO 2

Tabela 1: Composição percentual e níveis nutricionais das dietas de acordo com a fase de desenvolvimento dos frangos.....	62
---	----

Tabela 2: Peso pré-abate e peso de carcaça e partes de frangos de corte alimentados com dieta contendo EconomasE [®] e diferentes níveis de inclusão de vitamina E.....	65
Tabela 3: Rendimento de carcaça e corte de frango alimentados com dietas contendo EconomasE [®] e diferentes níveis de inclusão de vitamina E.....	66
Tabela 4: Colorimetria da carne de peito de frangos de corte suplementados com dietas contendo EconomasE [®] e diferentes níveis de inclusão de vitamina E.....	67
Tabela 5: Índice de peroxidação lipídica da carne de frangos de corte suplementados contendo EconomasE [®] e diferentes níveis de inclusão de vitamina E.....	68

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	14
2	PROJETO DE PESQUISA	17
2.1	Caracterização do problema	18
2.2	Objetivos e metas	19
2.2.1	Objetivo geral.....	19
2.2.2	Objetivos específicos.....	19
2.3	Metas	20
2.4	Metodologia e estratégia de ação	20
2.5	Resultados e impactos esperados	22
2.6	Cronograma de atividades	23
2.7	Orçamento	23
2.8	Aspectos éticos	23
2.9	Referências	25
3	REVISÃO DE LITERATURA	26
3.1	Considerações iniciais.....	26
3.2	Membrana plasmática	27
3.3	Radicais livres e peroxidação lipídica.....	28
3.4	Vitamina E.....	30
3.5	Vitamina C.....	32
3.6	Selênio	33
3.7	Antioxidantes sintéticos.....	35
3.8	Extrato de algas	36
4	RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO	39
4.1	Local.....	39
4.2	Período experimental	39

4.3	Animais	39
4.4	Dietas experimentais.....	39
4.5	Programa de luz.....	41
4.6	Delineamento estatístico	41
4.7	Práticas de manejo.....	42
4.8	Fornecimento de água e ração	42
4.9	Coleta de dados	42
4.9.1	Desempenho produtivo.....	42
4.9.2	Abate	43
4.9.3	Qualidade da carne	43
4.9.4	Peroxidação lipídica.....	43
4.9.5	Análise estatística.....	44
4.10	Resultados	44
5	ARTIGO 1	44
6	ARTIGO 2.....	58
7	CONCLUSÕES	71
8	REFERÊNCIAS.....	72

1 INTRODUÇÃO GERAL

Em 2010 a produção brasileira de carne de frango foi de pouco mais que 12 milhões de toneladas, sendo exportadas quase quatro milhões destas para diversos continentes como Europa, Ásia e África, mantendo o Brasil como primeiro exportador de carne frango no mundo (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2010). Esses resultados foram obtidos graças ao grande investimento em pesquisa nas áreas de nutrição, bem-estar e principalmente no melhoramento genético dos frangos de corte.

As aves destinadas à produção de carne foram selecionadas, principalmente para desempenho e características de carcaça, como o peso vivo, a conversão alimentar e o peso de peito, o que proporcionou avanços na taxa de crescimento destes animais (GAYA et al., 2006). A intensificação do melhoramento genético para rápido crescimento e ganho de peso, também acarretou no aparecimento de alguns problemas fisiológicos como o aumento da deposição de gordura na carcaça dos frangos, levando a deterioração precoce da mesma através da oxidação lipídica, acarretando rejeição pelo consumidor (CASTERA-ROSSIGNOL e BOSQUE, 1994).

Devido a grande ocorrência dessa oxidação lipídica nas carcaças, muitas pesquisas têm sido realizadas, para determinar, desde a influência da mesma na qualidade da carne e biodisponibilidade dos nutrientes oferecidos nas dietas aos animais até as possibilidades de processamento e conservação dos produtos cárneos (SILVA et. al, 1999). Dentre os estudos, muitos são realizados dentro da área de nutrição animal, nos quais tem-se destaques para a suplementação de aditivos nas dietas dos animais.

Dentre os aditivos podemos citar o uso dos antioxidantes como, por exemplo, a suplementação das dietas com vitaminas que são elementos orgânicos essenciais aos homens e animais, e devem ser fornecidas nos alimentos, uma vez

que durante o metabolismo não conseguem produzir adequadas quantidades. As vitaminas, são essenciais para o crescimento, saúde, reprodução e sobrevivência, estando envolvidas na maioria dos processos metabólicos e tem papel crítico no ciclo de Krebs (JENSEN, 1974).

A vitamina E é necessária no metabolismo celular, em processos como respiração celular e metabolismo dos ácidos nucléicos, atua como antioxidante dos ácidos graxos não saturados e tem ação na qualidade da carne (TOLEDO et. al., 2006). Consistem em oito tocoferóis de ocorrência natural, dos quais o α -tocoferol é o mais ativo. Sua principal função é como antioxidante na prevenção da oxidação não-enzimática de componentes celulares (por exemplo, ácidos graxos poliinsaturados) pelo oxigênio molecular e radicais livres (McDOWELL, 2000).

A vitamina E é um antioxidante biológico e por ser um componente de membrana, tem importância na manutenção da integridade da membrana celular, principalmente contra a peroxidação lipídica. Seu envolvimento na função antioxidante refere-se à redução de radicais livres protegendo a célula contra potenciais reações de oxidação (NIKI & MATSUO, 1993).

A determinação do requerimento na dieta de vitamina E é difícil porque ela é altamente variável e depende de muitos fatores, incluindo a concentração e tipo de gordura na dieta, a concentração de selênio e a presença de antioxidantes e pró-oxidantes (SURAI, 2002). Além de ser um nutriente com valor elevado, o que leva a necessidade de suplementar as dietas com outros tipos de antioxidantes naturais ou sintéticos, para balancear o preço das rações, como o selênio e vitamina C e BHT respectivamente.

O uso de uma combinação de antioxidantes também pode ser uma possibilidade em reduzir as exigências da vitamina E nas dietas de frangos de corte, como uma alternativa para reduzir o custo da ração. Esta combinação de antioxidantes a base de algas é uma mistura de antioxidantes naturais, sintéticos e extrato de algas, nos quais em conjunto contribuem para o metabolismo do animal de forma a reduzir os requerimentos de vitamina E na dieta e mantendo ou melhorando os índices de desempenhos das aves, conforme as recomendações do fabricante.

Assim sendo, este estudo visa avaliar os efeitos da adição de uma combinação de antioxidantes e diferentes níveis de inclusão da vitamina E nas dietas de frangos de corte no desempenho, qualidade de carcaça e carne.

2 PROJETO DE PESQUISA

Antioxidantes na dieta de frangos de corte

Equipe: Carolina Boschini, Marcos Antonio Ancuti, Jerri Teixeira Zanusso, Fernando Rutz, Eduardo Gonçalves Xavier, Fabiane Pereira Gentilini, Fernanda Medeiros Gonçalves, Lorena Lacava Lopes, Naiana Einhardt Manzke, Juliana Cardoso Girardon, Juliana Klug Nunes, Débora Cristina Nichelle Lopes, Aiane Aparecida Catalan, Caroline Bavaresco, Amauri Telles Tavares, Liliane Novelini, Sara Lorandi, Lincon Pinto Fassgendorf, Henri Jones Bauer, Antônio Carlos Oliveira Lima.

Parecer favorável pelo Comissão de Ética e Experimentação Animal (CEEA) com registro número 1150.

Carolina Boschini

Pelotas, abril de 2010

2.1 Caracterização do problema

A vitamina E é necessária no metabolismo da célula (respiração celular, metabolismo do ácido nucléico), atua como antioxidante dos ácidos graxos não saturados e da vitamina A, tem ação na qualidade da carne (TOLEDO et. al., 2006). Consistem em oito tocoferóis de ocorrência natural, dos quais o α -tocoferol é o mais ativo. Sua principal função é como antioxidante na prevenção da oxidação não-enzimática de componentes celulares (por exemplo, ácidos graxos poliinsaturados) pelo oxigênio molecular e radicais livres.

A vitamina E é um antioxidante biológico, entretanto pode desempenhar outras funções no metabolismo. Por ser um componente de membrana, a vitamina E tem importância funcional básica na manutenção da integridade da membrana celular, principalmente contra a peroxidação lipídica. Seu envolvimento na função antioxidante refere-se à redução de radicais livres protegendo a célula contra potenciais reações de oxidação.

Além disso, a vitamina E é um dos nutrientes mais caros a serem adicionados em uma dieta para aves. Uma alternativa para redução de custo, sem influenciar o desempenho produtivo de frangos de corte, é o uso de uma combinação de antioxidantes na dieta e diferentes níveis de inclusão de vitamina E.

O presente projeto justifica-se baseado nos seguintes fatos:

- a) desconhecimento dos efeitos da substituição da vitamina E pela combinação de antioxidantes na dieta de frangos de corte, possibilitando tornar mais econômicas as formulações das dietas;
- b) desconhecimento dos efeitos da substituição da vitamina E pela combinação de antioxidantes, na dieta de frangos de corte sobre desempenho das aves e a qualidade de carcaça.

A integração entre ensino, pesquisa, extensão e produção promove a aplicação dos conhecimentos teóricos obtidos nas Instituições de Ensino e proporciona o desenvolvimento tecnológico prático, necessário para o crescimento sócio-econômico das regiões produtoras, com a inclusão de profissionais com experiência teórica e prática, na busca de redução nos custos de produção, e com isso maior capacidade de investimento do produtor. Assim, o presente projeto também se justifica:

- a) pela importância para as Instituições de Ensino, pois proporcionará a integração

- entre professores e alunos do ensino médio, da graduação e da pós-graduação;
- b) por capacitar os alunos através de cursos, seminários, palestras e apresentação de trabalhos em simpósios e congressos;
 - c) por proporcionar treinamento aos alunos nas atividades a serem desenvolvidas durante a execução dos experimentos; e
 - d) por possibilitar a produção de artigos que serão encaminhados a periódicos, nacionais e internacionais.

2.2 Objetivos e metas

Objetivo geral

- a) incrementar a pesquisa na área de nutrição de aves no Brasil, incluindo a participação conjunta das Instituições de Ensino, Pesquisa, Extensão e de Empresas Privadas;
- b) proporcionar conhecimento acerca da utilização de combinações de antioxidantes que possam ser adicionados à alimentação de aves;
- c) determinar o nível de vitamina E que maximize o desempenho produtivo e proporcione melhor conversão alimentar de frangos de corte alimentados com uma combinação de antioxidantes;
- d) gerar conhecimentos técnico-científicos possíveis de serem utilizados por unidades de produção de frangos de corte;
- e) possibilitar a redução de custos de produção, sem comprometer o desempenho produtivo de frangos de corte;
- f) integrar a comunidade acadêmica e desenvolver o espírito inovador e de pesquisa;
- g) fomentar a participação de Empresas Privadas no desenvolvimento acadêmico e profissional, pela capacitação técnica gerada através da aplicação de produtos disponíveis no mercado.

Objetivos específicos

Determinar os efeitos da substituição total ou parcial da vitamina E por uma combinação de antioxidantes na dieta de frangos de corte, nas seguintes variáveis de desempenho:

- a) consumo de ração;
- b) ganho de peso;
- c) conversão alimentar;
- d) viabilidade;

e) índice de eficiência produtiva (IEP);

f) ao final de 35 dias serão realizados testes colorimétricos, na carcaça, através de teste instrumental (sistema Lab) e no músculo peitoral (*Pectoralis major*), através do teste de malonaldeído (MDA).

Obs: Como sugestão do Co-Orientador deste trabalho, decisão tomada após aprovação do mesmo pelo comitê de ética, o objetivo específico do trabalho após algumas alterações no experimento passa a ser: Determinar os efeitos da adição de uma combinação de antioxidantes e diferentes níveis de vitamina E na dieta de frangos de corte nas seguintes variáveis:

a) consumo de ração;

b) ganho de peso;

c) conversão alimentar;

d) viabilidade;

e) índice de eficiência produtiva (IEP);

f) ao final de 35 dias serão realizados testes colorimétricos, na carcaça, através de teste instrumental (sistema Lab) e no músculo peitoral (*Pectoralis major*);

g) verificação do índice de peroxidação lipídica do peito, através da análise de TBARS;

h) rendimento de carcaça e dos principais cortes.

Essas alterações foram encaminhadas ao COCEPE, para serem atualizadas no projeto.

2.3 Metas

Melhorar os índices de desempenho zootécnico;

Melhorar a qualidade de carcaça;

Reduzir os níveis de vitamina E na dieta;

Substituir total ou parcialmente a vitamina E por uma combinação de antioxidantes;

Reduzir os níveis de radicais livres na carne;

Minimizar condenações de carcaça;

Produzir carne de frango com melhor qualidade para o mercado consumidor.

2.4 Metodologia e estratégia de ação

Será desenvolvido um experimento, no Aviário da Unidade Experimental de Avicultura do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, campus “Visconde da Graça” (CAVG), na cidade de Pelotas-RS, com frangos de corte que receberão rações com diferentes níveis de vitamina E, com e sem a presença de uma combinação de antioxidantes (CAox), contendo milho e farelo de soja. O experimento será conduzido durante o período de agosto a outubro de 2010, num total de 35 dias. Serão utilizados 1120 frangos de corte da linhagem Cobb de 1 a 35 dias de idade. Os animais são provenientes do incubatório comercial da empresa Doux-Frangosul, localizado no município de Montenegro, RS, Brasil. Estes serão previamente vacinados no incubatório para as doenças de Marek e Gumboro e transportados até o aviário experimental. Os frangos serão alojados em boxes experimentais com as seguintes dimensões: LxC = 120x120cm, respeitando-se a densidade de 12,22 aves/m².

As aves serão pesadas e selecionadas conforme o peso médio do lote e então, distribuídas em 80 boxes, num total de 14 aves por box, os quais representarão as unidades experimentais.

Serão utilizados oito tratamentos, com diferentes níveis de inclusão de vitamina E, em presença ou ausência de uma CAox, sendo: T1= Vitamina E 0ppm e combinação de antioxidantes 200 ppm, T2= Vitamina E 20 ppm e combinação de antioxidantes 200 ppm, T3= Vitamina E 40 ppm e combinação de antioxidantes 200 ppm, T4= Vitamina E 60 ppm e combinação de antioxidantes 200 ppm, T5= Vitamina E 80 ppm e combinação de antioxidantes 200 ppm, T6= Vitamina E 80ppm e T7= Vitamina E 80ppm e Selênio Orgânico 0,3 ppm e T8= Vitamina E 80ppm e BHT 200ppm.

A CAox será adicionada à matriz nutricional e fixada na quantidade de 200mg/kg, conforme indicação do fabricante. O fornecimento do alimento será através de comedouro tipo tubular localizado no interior do box, sendo registrado o consumo pelas aves de cada unidade experimental. As aves terão livre acesso à água através de dois bebedouros tipo *nipple* por box.

Serão avaliadas as seguintes variáveis de desempenho: consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade do lote (VL), e índice de eficiência produtiva (IEP). e a pesagem dos frangos será realizada no início do experimento para alojamento das aves e, semanalmente. Nestas ocasiões

serão retiradas, pesadas e registradas as sobras de ração de todos os comedouros.

Ao final do período experimental serão retirados aleatoriamente os frangos por tratamento que serão abatidos para realização do teste de colorimetria (Método instrumental) da carcaça e o teste de malonaldeído (MDA) no peito.

O delineamento a ser utilizado será completamente casualizado, sendo que cada boxe com 14 aves alojadas, representará uma unidade experimental. O modelo matemático utilizado será $y_{ij} = m + a_i + e_{ij}$, sendo:

y_{ij} = é a observação do i-ésimo tratamento ($i = 1, 2, 3, \dots, 8$) na j-ésima repetição ($j = 1, 2, 3, \dots, 10$); m = representa a média geral do experimento; a_i = efeito do i-ésimo tratamento; e_{ij} = erro aleatório alocado correspondendo a observação média no i-ésimo tratamento na j-ésima repetição.

Os dados serão submetidos à análise de variância, com nível de significância de 5%, e as médias comparadas pelo teste de Tukey.

2.5 Resultados e impactos esperados

Os resultados pretendidos e os impactos esperados com a execução deste projeto são:

- a) recomendar a redução na inclusão de vitamina E com a utilização de uma combinação de antioxidantes na dieta de frangos de corte;
- b) utilizar uma combinação de antioxidantes na dieta de frango de corte entre 1 e 35 dias de idade, sem prejudicar o desempenho das aves;
- c) proporcionar uma redução nos custos de produção relacionados à dieta das aves;
- d) desenvolver o espírito crítico do acadêmico com relação à utilização de tecnologias, e a busca de alternativas que proporcionem desenvolvimento sócio-econômico regional;
- e) integrar os setores da indústria tecnológica e o acadêmico na consolidação da pesquisa.

2.6 Cronograma de atividades

Atividades	2010												2011	
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	jan	fev
Elaboração do projeto de pesquisa	X	X	X											
Revisão de literatura		X	X	X										
Preparação do ambiente					X	X	X							
Aquisição de materiais						X	X							
Execução do experimento								X	X	X				
Análise estatística											X	X		
Divulgação dos resultados em periódicos e congressos													X	X

2.7 Orçamento

Na tabela abaixo consta a especificação de materiais necessários ao experimento, não quantificando-se a depreciação das instalações e equipamentos (aviário, bebedouros, comedouros, campânulas, etc.).

Tabela 1 Relação de custos para execução do experimento

Material	Quantidade	Custo unitário (R\$)	Custo total (R\$)
Pintinhos de um dia (u)	1120	0,90	1088,00
Dietas (kg)	850	0,60	510,00
Cama de maravalha (m ³)	72	23,00	1656,00
Reagentes (kits)	4	520,40	2081,60
Lâmpadas (u)	60	1,60	96,00
Gás P45 (u)	16	140,00	1680,00
TOTAL(R\$)			7031,60

u = unidade

2.8 Aspectos éticos

Como o projeto envolve a utilização de animais, os aspectos éticos serão contemplados através do (a):

- manutenção da saúde e bem-estar das aves evitando-se situações de estresse;
- treinamento dos funcionários que manejam as aves para que tenham conhecimentos básicos do comportamento animal e também para que estejam

cientes dos procedimentos relevantes em situações de emergência que representem perigo à saúde humana, segurança dos alimentos ou saúde e bem-estar das aves;

- higienização de todos os equipamentos e das instalações de produção a serem utilizados;
- registro de todas as ocorrências da produção;
- isolamento do aviário de forma que não haja o acesso de outros animais e visitantes;
- controle de insetos e roedores que representam riscos eminentes de infecções além de ecto e endoparasitas;
- disponibilização de espaço suficiente nos boxes para que as aves expressem o seu comportamento natural;
- aferição e registro da temperatura e umidade máximas e mínimas dentro do aviário;
- manuseio da temperatura e do nível de ventilação do aviário de forma apropriada ao sistema de criação, idade, peso e estado fisiológico das aves, evitando assim a elevação da temperatura acima da zona de conforto térmico;
- uniformização da iluminação do aviário;
- cuidado com o manuseio das aves que serão pesadas semanalmente;
- fornecimento de água limpa, potável e fresca, que não ofereça riscos à saúde e de forma que o consumo seja à vontade;
- análise bromatológica dos ingredientes utilizados para a preparação da ração;
- armazenamento das rações embaladas em sacarias em local adequado e sobre estrados de madeira;
- fornecimento de dietas adequadas a cada fase de criação;
- cumprimento do protocolo de vacinações realizado de acordo com o plano contra os desafios de enfermidades aviárias da região, respeitando-se as recomendações do Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA) (1994 e normativas posteriores);
- registro da administração de vacinas e/ou medicamentos contendo o nome do produto, número do lote/partida, número de aves tratadas, quantidade utilizada e período de carência;
- retirada diária de aves mortas e/ou eliminadas do interior do aviário, sendo destinadas à compostagem;
- aves com problemas no crescimento ou que apresentam alguma patologia individual que os cause sofrimento, serão eutanasiadas pelo deslocamento cervical;

- criação de aves de mesma origem e idade no galpão, operando no sistema todos dentro, todos fora;
- utilização de pedilúvio na entrada do aviário;
- manutenção da unidade de produção livre de lixo e resíduos, armazenando-os em local adequado até o seu descarte;
- respeito à legislação ambiental vigente.

2.9 Referências

MURRAY, R.K., GRANNER, D.K., MAYES, P.A., RODUWELL, V.W. **Harper's Biochemistry**. New York:McGraw-Hill, 2000. 927p.

RUIZ, J.A., GUERRERO, L., ARNAU, J., GUARDIA, M.D., ESTEVE-GARCIA, E. Descriptive sensory analysis of meat from broilers fed diets containing vitamin E or β -carotene as antioxidants and different supplemental fats. **Poultry Science**, v.80, p.976-982, 2001.

TOLEDO, G. S., KLOECKNER, P., LOPES, J., COSTA, P. T. Níveis das vitaminas A e E em dietas de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, p.624-629, mar-abr, 2006.

UBA – União Brasileira de Avicultura. Protocolo de bem-estar para frangos de corte, 2008. Disponível em: <http://www.uba.org.br>. Acesso em 21/09/2009.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Considerações iniciais

A avicultura tem apresentado avanços extraordinários nas últimas décadas. O progresso, em termos de genética, sanidade, nutrição e manejo, proporcionou ganhos que tornaram a avicultura uma atividade altamente competitiva no mercado de proteína de origem animal.

Entre os vários aspectos importantes na produção avícola, a nutrição desempenha importante papel, que abrange desde a formulação de dietas que visam atender as exigências nutricionais, como a busca pelo incremento no aproveitamento dos nutrientes presentes nos alimentos formulados, em geral, a base de milho e farelo de soja. Assim, o dinamismo da nutrição animal busca novas estratégias para melhorar a digestibilidade dos alimentos e proporcionar condições que favoreçam a expressão do máximo potencial genético das aves, sem acréscimos aos custos de produção (ARAUJO et al., 2007).

Considerando que a alimentação representa a maior parte dos custos na produção avícola, cerca de 70%, medidas que visem reduzi-los podem significar lucro para o setor (CARVALHO, 2002).

O uso de aditivos nas dietas de frangos de corte como, por exemplo, os antioxidantes, podem substituir total ou parcialmente outros ingredientes de alto custo, como a vitamina E, pois desenvolvem papéis iguais ou semelhantes a ela e tornando os valores das dietas mais reduzidos, possibilitando um maior lucro para o produtor.

Alguns antioxidantes atuam na membrana celular, impedindo a formação de radicais livres, quando os animais são submetidos a algum tipo de estresse, qualquer outro tipo de desafio ao metabolismo. Além dessa função eles também impedem a peroxidação dos lipídios, fator extremamente importante na qualidade

final do produto. Alguns antioxidantes também agem no sistema imune do animal, como a vitamina C, promovendo uma melhor resposta imunológica pelo mesmo.

A busca por alternativas como os aditivos na alimentação animal é realidade constante e estudos são necessários para que possamos concluir sobre quais níveis de inclusão são eficientes e economicamente viáveis. Para isso, precisamos conhecer o local de ação e a função de cada aditivo.

3.2 Membrana plasmática

A membrana celular é uma camada com apenas 7,5 a 10 nm de espessura, constituída por lipídios intercalados com proteínas que define os limites de cada célula. Funciona como uma barreira de permeabilidade que permite à célula manter um meio químico apropriado para os seus processos metabólicos, regular o volume citoplasmático e transferir informações sob a forma de sinais químicos e elétricos (COELHO e MOREIRA, 2001).

Os principais lipídios presentes na membrana celular são os fosfolipídios, o colesterol e os glicolipídios. A sua distribuição pelas duas camadas é assimétrica, o que pode refletir as diferentes funções das duas superfícies da membrana. Além dos lipídios, a membrana é composta também por proteínas membranares e integrais. Enquanto a bicamada lipídica determina a estrutura básica das membranas biológicas, as proteínas são responsáveis pela maioria das funções da membrana celular (COELHO e MOREIRA, 2001).

Os carboidratos ligam-se predominantemente à superfície externa das proteínas membranares e dos lipídios, formando as glicoproteínas e os glicolipídios, respectivamente. A camada resultante de carboidratos na superfície membranar externa constitui o glicocálice, que desempenha importantes funções. Alguns glicolipídios e glicoproteínas têm ácido siálico que confere uma carga negativa à célula, permitindo-lhe repelir substâncias carregadas negativamente; participam na adesão entre células e em reações imunes e algumas funcionam como receptores para ligação de hormônios como é o caso da insulina (COELHO e MOREIRA, 2001).

Na membrana plasmática existe também uma variedade de sítios de ligação específicos localizados na sua superfície externa e funcionam como receptores para hormônios e outros mensageiros químicos (VANDER, 1990).

Os antioxidantes, um dos tipos de mensageiros químicos da membrana, protegem as mesmas da ação do estresse oxidativo que causa danos a imunidade da célula. As células são ricas em PUFA (ácidos graxos polinsaturados) que são muito suscetíveis ao ataque dos radicais livres. Neste aspecto os antioxidantes como a vitamina E, por exemplo, podem substancialmente aumentar a resistência da membrana contra quebras de neutrófilos ativados (SEPE e CLARK, 1985).

Em particular, os receptores da membrana são importantes antígenos de reconhecimento e mediadores químicos de secreção de vários hormônios. Por essa razão a peroxidação lipídica pode mudar a estrutura da membrana e suas propriedades o que afetaria a função imune das células. Em contraste, os antioxidantes são capazes de prevenir os prejuízos causados pelo estresse oxidativo e manter a função imune das células (SURAI, 2002).

3.3 Radicais livres e peroxidação lipídica

Um radical livre é uma estrutura química que possui um elétron desemparelhado ocupando um orbital atômico ou molecular sozinho. Isso o torna muito instável e extraordinariamente reativo e com uma capacidade de recombinar-se com moléculas integrantes da estrutura celular (HALLIWELL e GUTTERIDGE, 2000).

Os radicais livres podem ser gerados internamente no citoplasma, nas mitocôndrias ou na membrana e o seu alvo celular (proteínas, lipídeos, carboidratos e DNA) está relacionado com o seu sítio de formação (ANDERSON, 1996; YU e ANDERSON, 1997) e externamente são formados pelo uso de cigarros, exposição a radiação, poluição, uso de drogas, reagentes químicos e solventes industriais. O corpo do animal é constantemente atacado pelos radicais livres, como consequência natural das atividades do metabolismo normal do corpo e como parte estratégica do sistema imune para destruir os microorganismos invasores (SURAI, 2002).

O efeito mais importante dos radicais livres no metabolismo celular é devido a sua participação na reação de peroxidação lipídica. O primeiro passo deste processo é chamado fase de iniciação, que ocorre no carbono central no qual são produzidos radicais livres para um precursor molecular, por exemplo, um ácido graxo poliinsaturado. Na presença de oxigênio o radical livre reage com ele produzindo radicais peróxidos iniciando a próxima fase da peroxidação lipídica. Neste estágio o

radical do carbono central é convertido a um radical peróxido altamente reativo. Portanto, a peroxidação lipídica é uma cadeia de reações e muitos ciclos de peroxidacões que podem ser a causa de prejuízos substanciais as células (SURAI, 2002).

Os fenômenos de oxidação dos lipídios dependem de mecanismos reacionais diversos e extremamente complexos, os quais estão relacionados com o tipo de estrutura lipídica e o meio onde esta se encontra. O número e a natureza das insaturações presentes, o tipo de interface entre os lipídios e o oxigênio, a exposição à luz e ao calor, a presença de pró-oxidantes ou de antioxidantes, são fatores determinantes para a estabilidade oxidativa dos lipídios (FRANKEL et al., 1994; BERSET e CUVELIER, 1996).

Fora do contexto natural os ácidos graxos sofrem alterações no decurso de processos de transformação e armazenamento, alterações do tipo oxidativo, as quais tem como principal conseqüência a modificação do *flavor* original e o aparecimento de odores e gostos característicos do ranço na carne, o qual representa para o consumidor, ou para o transformador industrial, uma importante causa de depreciação ou rejeição (CASTERA-ROSSIGNOL e BOSQUE, 1994). Para que estes tipos de rejeições sejam evitados, faz-se o uso de antioxidantes nas dietas dos animais. Os antioxidantes são capazes de interceptar os radicais livres gerados pelo metabolismo celular ou por fontes exógenas, impedindo o ataque sobre os lipídeos, os aminoácidos das proteínas, a dupla ligação dos ácidos graxos poliinsaturados e as bases do DNA, evitando a formação de lesões e perda da integridade celular. Os antioxidantes obtidos da dieta, tais como as vitaminas C, E e A, os flavonóides e carotenóides são extremamente importantes na intercepção dos radicais livres (BIANCHI e ANTUNES, 1999).

Muitas técnicas são utilizadas para medir a peroxidação dos lipídios de membrana, lipoproteínas ou ácidos graxos e também verificar o grau de eficiência dos antioxidantes contra a oxidação lipídica. Cada técnica mede um produto resultante diferente, não sendo correto afirmar que uma só técnica mede a peroxidação lipídica total (BECKMAN e AMES, 1998).

O teste do ácido tiobarbitúrico (TBARS) é o método mais antigo para medir o índice de peroxidação dos ácidos graxos de membrana e dos alimentos. Nesse método o MDA (malonaldeído), formado durante a peroxidação lipídica, reage com

TBARS para gerar um composto colorido que é detectado espectrofotometricamente em 530nm (DUMONT et al., 1992).

A importância concernente ao desempenho dos antioxidantes *in vivo* depende dos fatores: tipos de radicais livres formados; onde e como são gerados esses radicais; análise e métodos para a identificação dos danos, e doses ideais para obter proteção. Assim, é perfeitamente possível que um antioxidante atue como protetor em determinado sistema, mas que falhe na proteção, ou mesmo que aumente as lesões induzidas em outros sistemas, ou tecidos (HALLIWELL et al., 1995).

3.4 Vitamina E

Vitaminas são elementos orgânicos essenciais aos homens e animais, e devem ser fornecidas pelos alimentos, uma vez que estes não podem produzir adequadas quantidades por si só. Elas são essenciais para o crescimento, saúde, reprodução e sobrevivência, estando envolvidas na maioria dos processos metabólicos e têm papel crítico no ciclo de Krebs (JENSEN, 1974). Por este motivo, as vitaminas deverão estar presentes nas rações animais, em pequenas quantidades, causando em sua falta, problemas diversos de desenvolvimento (LEESON e SUMMERS, 1988).

A vitamina E é necessária no metabolismo da célula, atua como antioxidante dos ácidos graxos não saturados e preserva a qualidade da carne. Por atuar no combate aos radicais livres resultantes das condições de estresse associado com a produção intensiva dos frangos de corte, nos últimos anos as empresas do ramo estão aumentando os níveis de vitamina E nas dietas dos animais.

O termo vitamina E é o descritor genérico usado por todos derivados de tocoferol e tocotrienol. Oito formas de vitamina E são encontradas na natureza: quatro tocoferóis (α , β , φ e δ) e quatro tocotrienóis (α , β , φ e δ) (McDOWELL, 2000). Os tocoferóis e tocotrienóis são óleos amarelos pálidos, solúveis em gorduras e solventes orgânicos e estáveis em meio ácido e na ausência de oxigênio. Sua oxidação é acelerada sob exposição à luz, calor, alcalis e na presença de metal e sais de cobre (SURAI, 2002).

As concentrações séricas de vitamina E nos tecidos são influenciadas pelo método de suplementação, níveis de dosagem, formulação química e concentração

de vitamina E nos suplementos (CHARMLEY et al., 1992). A suplementação geralmente é recomendada em caso onde as aves estão expostas a altos níveis de estresse térmico e também em casos nos quais a ração é mantida em locais inapropriados, por exemplo. Tem-se sugerido que as dietas das aves devem conter no mínimo 10mg de vitamina E/kg (WHITEHEAD e PORTSMOUTH, 1989). Em condições de estresse é sugerido um aumento no nível de suplementação para produzir um efeito benéfico na produção e reprodução das aves. O nível de suplementação comercial de vitamina E para linhagens de frangos de corte na dieta varia entre 20 a 100mg/kg (NRC, 1994).

A absorção da vitamina E é relacionada com a digestão dos lipídios, sendo facilitada pela bile e lipase pancreática. O local de absorção primária parece ser o intestino médio. Quando apresentadas como alcoóis livres ou ésteres, a maioria da vitamina E é absorvida como álcool. Os ésteres são largamente hidrolisados na parede do intestino, e o álcool livre é absorvido pelos vasos intestinais e transportado via linfa para circulação (McDOWELL, 2000).

De acordo com Maynard et. al. (1979) a vitamina E é armazenada amplamente em todos os tecidos, sendo os maiores depósitos no tecido adiposo, fígado e músculo, sendo a maior deposição no fígado.

O efeito protetor da vitamina E em membranas biológicas é geralmente aceito e a interação de tocoferóis com outras membranas constituintes é indício para influenciar a estabilidade das membranas (WANG e QUINN, 1999). Entretanto, os mecanismos de estabilização das membranas não tem sido definidos claramente e mais estudos devem ser realizados.

O α -tocoferol facilita o fechamento das cadeias de PUFAs na membrana exercendo um efeito de estabilidade desta contra o ataque das fosfolipases (BENDER, 1992).

O maior papel da vitamina E é de atuar como antioxidante das membranas. Os tocoferóis limpam os radicais de oxigênio atacados de fora da membrana e os radicais peróxidos gerados dentro da membrana e, como resultado, finalizar a reação da cadeia de radicais livres. A concentração de tocoferol nas membranas é um importante determinante do modo de ação na sua estrutura e propriedade funcional (SURAI, 2002).

A habilidade da vitamina E agir como um inibidor da oxidação dos lipídios é considerada a maior reação química da vitamina E no sistema biológico (PACKER & KAGAN, 1993). Neste aspecto ela é considerada o melhor antioxidante de membranas.

Segundo Monahan et al. (1993), a estabilização dos lipídios ocorre na membrana e através da suplementação com vitamina E tem-se mostrado prevenir o começo da oxidação dos lipídios em carnes de suínos.

O α -tocoferol é um efetivo antioxidante e sua presença através das membranas celulares do músculo, reduz a oxidação lipídica, melhorando as características de qualidade de carne, como cor, aroma, textura, valor nutricional, inclusive estendendo a duração do produto em prateleira (MORRISEY et al., 1994).

A vitamina E é sem dúvida um importante antioxidante, porém através de seu alto custo, eleva significativamente os valores das dietas, o que reduz o lucro do produtor. Entretanto, a vitamina E pode ser substituída por outros importantes antioxidantes que possuem função protetora igual ou parecida com a sua, dentre eles estão selênio, vitamina C, extrato de ervas e outros antioxidantes sintéticos como o BHT. Porém, sua substituição total ainda é questionada, pois segundo Combs (1981, citado por TOLEDO et al. (2006), a dieta basal (não suplementada com vitamina E) piorou significativamente o ganho de peso e a conversão alimentar quando comparada às dietas suplementadas, porém diátese exudativa e mortalidade foram significativamente maiores nas aves alimentadas com a dieta basal.

Pierce et al. (2009), indicaram que a inclusão de um antioxidante a base de alga contendo selênio reduziu significativamente a quantidade de vitamina E exigida na dieta e melhorou o desempenho produtivo e qualidade da carne de frangos de corte.

Portanto, é necessário que mais estudos sejam feitos para verificar a porcentagem correta do nível de substituição da vitamina E por outro antioxidante sem que o desempenho do animal e qualidade do produto seja prejudicado.

3.5 Vitamina C

A vitamina C é solúvel em água e insolúvel nos solventes orgânicos, sendo rapidamente destruída em meio alcalino. A vitamina C também desempenha importante função antioxidante na restauração da vitamina E por meio da redução

dos radicais tocoferoxil (BARROETA et al., 2002). BOU et al. (2001) concluíram que a suplementação com 110mg de vitamina C diminuiu a oxidação da carne e melhorou sua qualidade sensorial.

A vitamina C atua como uma importante substância redox do metabolismo celular, o grupo endiol do segundo átomo de carbono do ácido L-ascórbico é sensível a oxidação e se transforma facilmente em um grupo dicetônico. O ácido deidro-L-ascórbico, que assim se forma, tem uma atividade vitamínica igual aquela da substância reduzida e forma um sistema redox (ANDRIGUETTO, 1981).

A vitamina C é considerada um excelente antioxidante capaz de sequestrar os radicais livres com grande eficiência. É muito consumida pelos humanos, sendo adicionada a muitos produtos alimentares para inibir a formação de metabólitos nitrosos carcinogênicos. A vitamina C da dieta é absorvida de forma rápida e eficiente por um processo dependente de energia (BIANCHI e ANTUNES, 1999).

As aves, suínos e coelhos sintetizam a vitamina C facilmente a partir da glicose e que, portanto, não constitui um caráter indispensável para sua nutrição. Assim sendo, seu uso como aditivo ressalta mais uma vantagem farmacológica do que nutricional. Por outro lado, a provável intervenção da vitamina C na gênese dos hormônios adrenocorticais pode explicar seu efeito “antiestresse” (BLUM, 1999).

É importante para cicatrização, para a resposta do sistema imunológico, às doenças, absorção de ferro, na respiração celular e protege os vasos sanguíneos. A atividade desta vitamina é expressa em miligramas de ácido-L-ascórbico cristalizado puro, sendo equivalente a 1,13mg de ascorbato de sódio e a 1,12mg de ascorbato de cálcio (BLUM, 1999).

3.6 Selênio

Na tabela periódica, o selênio (Se), é classificado como um não metal (elementos cujos átomos têm afinidade eletrônica positiva, tendendo a ser convertido em íons negativos ou ânions, e ao se unirem ao oxigênio formam compostos chamados óxidos ácidos, são maus condutores térmicos e elétricos) do grupo 16 (ROZENBERG, 2002). O Se *in natura* existe em duas formas químicas, orgânica (quando ligado a uma molécula orgânica) e a inorgânica. A forma inorgânica é tóxica para as aves quando utilizada em altas doses na suplementação das dietas (SURAI, 2002).

Caracteriza-se por uma versátil capacidade de oxiredução, sendo tal característica fundamental para sua atuação no centro ativo da enzima glutathiona-peroxidase, responsável pela eliminação de peróxidos, os chamados radicais livres (ORTOLANI, 2002). Grande parte do selênio absorvido é estocada no fígado (UNDERWOOD, 1999). Ele também atua como parte integrante de enzimas tais como a glutathiona-peroxidase (responsável pela remoção de peróxidos) e a iodotironina-deiodinase (responsável pela conversão da tiroxina para sua forma ativa) (McDONALD et al., 2002).

A suplementação de selênio na dieta é um meio de superar a deficiência e é necessária para manter a alta de produção e reprodução dos animais. Porém, as limitações no uso do selênio inorgânico são conhecidas: toxicidade, interação com outros minerais, baixa eficiência de transferência para o leite, carne e ovos e uma inabilidade para suprimento e manutenção (SURAI, 2002).

Em aves, a deficiência de selênio pode causar necrose hepática, redução da quantidade de proteínas totais, diátese exsudativa, redução na secreção de enzimas digestivas, além de reduzir o crescimento (MOREIRA et al., 2001). A utilização do mineral traço selênio na composição nutricional de dietas para aves é fundamental para o desenvolvimento e crescimento desta espécie, visto que as selenoproteínas participam de diversas reações metabólicas vitais ao organismo animal (SURAI, 2002).

O selênio é absorvido mais comumente pelo trato digestivo e menos freqüentemente no aparelho respiratório e na pele e, é transferido através da placenta para o feto, e também no leite materno. Há uma tendência do Se em se acumular em órgãos com atividade metabólica muito intensa (fígado) e esta pode não ser influenciada pelo hábito alimentar, mas sim pelo modo de incorporação de selênio (via dieta ou água) (SEIXAS, 2004).

Diferentes formas de Se estão disponíveis para suplementação animal e dietas das aves: selênio inorgânico, selenito e selenato de sódio. Posteriormente foram incorporados pequenos peptídeos e aminoácidos, como, selenometionina, selenocisteína e selenocistina. A forma orgânica é similar ao composto do Se sendo encontrada em gramíneas e forrageiras (PERIC et al., 2009).

A principal e mais estudada dentre as selenoproteínas é a glutathiona peroxidase, enzima antioxidante que atua na primeira linha de defesa da membrana celular, protegendo a mesma dos danos oxidativos provocados pelos radicais livres

(RAYMAN, 2004). A atividade da enzima depende da biodisponibilidade do mineral que, por sua vez, é dependente da fonte utilizada (SURAI, 2006).

O selenito de sódio é a forma mais comum de suplementação do selênio nas dietas e, frequentemente, os animais de produção são suplementados com níveis de selênio acima dos níveis máximos permitidos a fim de atingir a concentração ideal no organismo, ocorrendo excreção do mineral excedente no meio ambiente (SAGER, 2006). Neste contexto, as fontes orgânicas de selênio como a selênio levedura, por exemplo, têm sido utilizadas nas dietas animais devido a sua maior biodisponibilidade no trato gastrintestinal, atingindo a concentração ideal no organismo animal. Segundo Payne et al (2005), frangos suplementados com selênio na forma de selênio levedura apresentam maiores níveis deste mineral no músculo quando comparados a frangos suplementados com selenito de sódio.

O selênio orgânico na forma de selênio levedura é obtido através do cultivo da levedura *Saccharomyces cerevisiae* enriquecido com selênio, ocorrendo a incorporação deste mineral na molécula de metionina (selenometionina). Devido à semelhança estrutural do selênio com o enxofre, a levedura *S. cerevisiae* é capaz de substituir o enxofre por selênio durante a síntese de aminoácidos sulfurados, quando cultivada em condições específicas (COLLETT, 2005).

O selênio, portanto, é um importante antioxidante mineral em animais e é conhecida sua influência na produção de penas e manutenção da integridade celular em tecidos de aves (PERIC et al., 2009). A interação de vitamina E e Se como forma de suplementação pode melhorar a qualidade da carne. A suplementação em dietas de frangos de corte com 0,25 ppm de Se substancialmente aumenta a atividade da glutathione peroxidase no músculo do peito e pernas; e como resultado tem-se a redução da peroxidação lipídica após quatro dias de estocagem da carne a 4°C (DeVORE et al., 1983). Combinações de vitamina E e selênio orgânico nas dietas foram mais efetivas promovendo acúmulo de vitamina E no músculo do peito que com a vitamina E sozinha (SURAI, 2002).

3.7 Antioxidantes sintéticos

Os antioxidantes têm um importante papel na manutenção do controle dos radicais livres e são obtidos através da alimentação. Existem diversas moléculas naturais que atuam como antioxidantes, sendo que as principais são vitamina E, os

carotenóides, a vitamina C (ácido ascórbico), e alguns polifenóis presentes no alecrim e em outras ervas aromáticas. Existem outras que são efetivas para prevenir a oxidação dos ácidos graxos, presentes nos alimentos, que são os chamados antioxidantes sintéticos como o butilhidroxianisol (BHA) e o butilhidroxitolueno (BHT) e terc butil hidroquinona (TBHQ) (ROCHA, s. d.).

Os antioxidantes sintéticos como o BHA e o BHT são normalmente utilizados nas indústrias de óleos e de derivados lipídicos (RAMALHO e JORGE, 2006). Entretanto, estes compostos podem apresentar alguns inconvenientes; estudos têm demonstrado que essas substâncias podem causar efeitos adversos em animais como, por exemplo, hemorragia massiva nas cavidades pleurais e peritoneais ou extensa proliferação de células no pulmão, com mudanças bioquímicas, atuando como agente promotor no desenvolvimento de adenoma (PASSOTO et al., 1998). Devido a estes inconvenientes, nos últimos anos tem havido a preocupação de se obter substâncias naturais que tenham a mesma função e eficiência dos antioxidantes sintéticos.

Sendo assim, os órgãos regulatórios estabelecem limites máximos permitidos para a sua inclusão. Fazendo-se uso dos antioxidantes sintéticos dentro dos padrões exigidos pela legislação, os mesmo possuem efeitos benéficos tanto quanto os naturais, na redução da oxidação lipídica. Passoto et al. (1998), realizaram um estudo comparativo das atividades antioxidantes entre o beta-caroteno e vitamina que são antioxidantes naturais com o BHT, antioxidante sintético, ao final do experimento verificaram que o BHT em concentrações de 100 ppm, apresentou os melhores resultados de atividade antioxidante no óleo de soja. Portanto, os antioxidantes sintéticos ainda podem ser indicados para uso desde que se atenta as limitações feitas pela legislação.

3.8 Extrato de algas

Os organismos aeróbios, desde as cianobactérias até o homem, desenvolveram uma série de mecanismos fisiológicos e biomoleculares de defesa contra os efeitos das espécies reativas do oxigênio. Nas células de organismos fotossintetizantes esses mecanismos estão mais fortemente desenvolvidos em comparação com outras células, uma vez que as membranas fotossintéticas, os tilacóides, são alvo primário para os efeitos deletérios oxidativos, por conterem

lipídeos não saturados como elementos estruturais majoritários. Portanto, vários mecanismos de proteção são desenvolvidos nessas células (MATSUKAWA et al., 1997).

De fato, as folhas das plantas vasculares e os talos das algas contêm numerosas substâncias antioxidantes. As algas estão sempre submetidas a rápidas variações de intensidade de luz e concentrações de O₂ e CO₂ ao longo da coluna de água e, assim, sua sobrevivência depende de uma resposta eficiente ao estresse oxidativo. Por essa razão, esses organismos podem representar uma importante fonte de substâncias antioxidantes naturais tanto para as indústrias alimentícias como para as farmacêuticas (MATSUKAWA et al., 1997).

Existem várias referências sobre as propriedades das algas, entre elas, cita-se efeito emagrecedor, antioxidante, rejuvenescedor, hidratante, além de possuidoras de altas concentrações de vitaminas e elementos importantes ao bom funcionamento do corpo, como iodo.

Apesar do alto conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados, as algas marinhas são estáveis frente à oxidação durante seu armazenamento (RAMARATHNAM et al., 1995). Como qualquer organismo fotossintético, as algas encontram-se expostas à grande quantidade de luz e altas concentrações de oxigênio, combinação que originam radicais livres, assim como, outros potentes oxidantes. A ausência de danos oxidativos nos ácidos graxos poliinsaturados estruturais das membranas algais sugere que estes alimentos possuem compostos e mecanismos antioxidantes (MATSUKAWA et al., 1997).

O interesse inicial pelo estudo de substâncias com atividade antioxidante em algas surgiu no Japão, na busca de novos aditivos para alimentos, em substituição àqueles antioxidantes sintéticos utilizados, como o hidroxianisol butilado (BHA) e o hidroxitolueno butilado (BHT), os quais mostravam efeitos carcinogênicos, alterações enzimáticas e lipídicas em animais. O fato de algumas algas secas poderem ser estocadas por um longo período sem o perigo de deterioração oxidativa, mesmo apresentando mais de 30% do total de seus ácidos graxos na forma de cadeias poliinsaturadas (principalmente as algas pardas), despertou o interesse dos pesquisadores em relação ao mecanismo antioxidante presente nessas algas (FUJIMOTO e KANEDA, 1980).

Em 1990, Le Tutour et al. (1990) pesquisou a atividade antioxidante dos extratos apolares de sete algas marinhas bentônicas da costa francesa. Mais uma vez os resultados para as algas pardas foram os melhores, principalmente os obtidos com *Laminaria digitata* e *Himanthalia elongata*. Os extratos dessas duas espécies mostraram sinergia com a vitamina E no teste de estabilidade do éster metílico do óleo de girassol. Cahyana et al. (1993), identificaram a pirofeofitina a, um metabólito da clorofila a, como um dos princípios antioxidantes presente no extrato da alga *Eisenia bicyclis*, alga parda comestível muito popular no Japão. Em um trabalho posterior, Cahyana et al. (1992), analisaram os possíveis efeitos sinérgicos de derivados porfirínicos (clorofila a, feofitina a e pirofeofitina a) com o α -tocoferol e ácido ascórbico, através dos métodos do tiocinato e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico. Todas as substâncias testadas mostraram melhor efeito antioxidante quando na presença de alfa-tocoferol ou ácido ascórbico, sugerindo um efeito sinérgico.

Fisch et al. (2003) avaliaram a atividade antioxidante dos extratos em diclorometano e metanol de *Cystoseira crinita*, assim como de alguns derivados tetrapreniltoluquinólicos, tetrapreniltoluquinônicos e tripreniltoluquinólicos isolados e purificados a partir da fração em acetona do extrato metanólico. Foram utilizados os métodos de reação com o radical DPPH, de avaliação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), de quimiluminescência e de avaliação da capacidade antioxidante equivalente ao trolox (TEAC). Todas as substâncias testadas apresentaram bom potencial antioxidante, apesar da eficácia, variar de acordo com o método usado.

Em um estudo recente, Xiao et al. (2011), ao utilizarem um complexo de antioxidantes à base de extrato de algas verificaram que os papéis biológicos da vitamina E, incluindo sua capacidade antioxidante pode ser mimetizada à nível transcricional pelo complexo enzimático e sugerem o seu uso em dietas para frangos de corte.

As algas marinhas, assim como as plantas superiores, podem ser uma importante fonte de substâncias antioxidantes naturais e, de fato, constam na literatura vários trabalhos de busca por substâncias com atividade antioxidante em algas, porém, no Brasil, apesar da riqueza da nossa flora ficológica marinha, esse campo de pesquisa ainda não foi devidamente explorado.

4 RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO

4.1 Local

O estudo foi conduzido no Aviário da Unidade Especial de Avicultura do Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Pelotas “Visconde da Graça”, localizado na cidade de Pelotas, RS, Brasil.

4.2 Período experimental

O estudo iniciou em agosto de 2010 com o alojamento dos animais em boxes experimentais, estendendo-se até outubro de 2010, totalizando 35 dias.

4.3 Animais

Foram utilizados 840 frangos de corte (60 boxes x 14 animais), machos, da linhagem Cobb, com um dia de idade, provenientes do incubatório comercial da empresa Doux – Frangosul, localizado na cidade de Montenegro, RS, Brasil. Os animais foram previamente vacinados no incubatório para as doenças de Marek e Gumboro e transportados até o aviário experimental. Os frangos foram alojados em boxes experimentais com as seguintes dimensões: LxC = 120x120cm, respeitando-se a densidade de 12,22 aves/m².

Como não foi possível a realização do experimento de acordo com o que consta no projeto, por falta de ingredientes, realizou-se o mesmo com somente 6 tratamentos (1 ao 6 como descrito no projeto de pesquisa), então o número de animais alojados passou de 1120 para 840 em um total de 60 boxes.

4.4 Dietas experimentais

As dietas foram formuladas a base de milho e farelo de soja de acordo com as exigências no período de vida do animal e com as recomendações do manual da

linhagem. O premix utilizado foi elaborado sem adição de qualquer antioxidante (Tabela 1).

Tabela 1 Composição percentual e níveis nutricionais das dietas de acordo com a fase de desenvolvimento dos frangos.

Alimento (g)	Fase (dias)			
	Pré-inicial (0-7)	Inicial (8-21)	Crescimento (22-28)	Final (29-35)
Milho grão	52,98	55,35	52,53	52,35
Farelo de soja	38,98	36,15	36,55	36,55
Fosfato bicalcico	1,94	1,84	1,68	1,68
Farinha de ostra	0,96	0,93	0,87	0,87
Sal	0,68	0,48	0,48	0,48
Óleo de soja	3,27	4,00	6,08	6,08
Supl. Min. Vit. ¹	0,50	0,50	0,50	0,50
Metionina	0,24	0,15	0,22	0,22
L-Lisina HCL	0,07	0,10	0,09	0,09
Inerte	0,40	0,50	1,00	1,00
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis nutricionais calculados				
EM (kcal/kg)	2960	3050	3150	3150
PB (%)	22,11	21,14	21,12	21,12
Ca (%)	0,95	0,90	0,84	0,84
P _{disp.} (%)	0,54	0,45	0,83	0,83
Metionina (%)	0,53	0,45	0,80	0,80
Lisina (%)	1,36	1,10	1,09	1,09

¹Composição Inicial (quantidade por kg de produto): Vit. A 2.000.000UI, Vit. D3 400.000UI, Vit. K3 340mg, Vit. B1 360mg, Vit. B2 1.200UI, Vit B6 500mg, Vit. B12 2.400mcg, Niacina 8.000mg, Ác. Fólico 215mg, Ác. Pantotênico 3.200mg, Biotina 16mg, Metionina 360g, Colina 100g, Manganês 20.000mg, Zinco 12.000mg, Ferro 10.000mg, Cobre 1.995mg, Iodo 120mg. Composição Crescimento (quantidade por Kg de produto): Vit. A 1.440.000UI, Vit. D3 320.000UI, Vit. K3 280mg, Vit. B1 350mg, Vit. B2 1.000UI, Vit B6 600mg, Vit. B12 2.400mcg, Niacina 7.000mg, Ác. Fólico 150mg, Ác. Pantotênico 2.400mg, Metionina 244g, Colina 60g, Manganês 20.000mg, Zinco 12.000mg, Ferro 10.000mg, Cobre 1.995mg, Iodo 120mg. Composição Final (quantidade por Kg de produto): Vit. A 1.800.000UI, Vit. D3 320.000UI, Vit. K3 320mg, Vit. B1 310mg, Vit. B2 1.000UI, Vit B6 600mg, Vit. B12 1.600mcg, Niacina 4.000mg, Ác. Fólico 200mg, Ác. Pantotênico 1.600mg, Metionina 330g, Colina 100g, Manganês 21.250mg, Zinco 15.000mg, Ferro 10.000mg, Cobre 3.000mg, Iodo 150mg.

Foi adicionado de forma *on top* a combinação de antioxidantes¹ e vitamina E, conforme os tratamentos experimentais, na proporção de 200ppm para combinação de antioxidantes e 20, 40, 60 e 80 ppm para Vitamina E.

A preparação das rações foi realizada previamente a cada período na fábrica de rações do Instituto Federal Sul-rio-grandense campus “Visconde da Graça” (CAVG), na Unidade de Avicultura. Para a troca de ração entre os períodos, procedia-se a pesagem das sobras de ração do período anterior nos comedouros,

¹ EconomasE®, Alltech do Brasil Ltda. Combinação de antioxidantes a base de extrato de algas, contendo dentre vários antioxidantes a vitamina C, selênio orgânico, antioxidantes sintéticos e extrato de algas.

retirando-as por completo, e adicionando-se a ração previamente pesada correspondente ao período.

4.5 Programa de luz

A luminosidade do galpão foi fornecida artificialmente por lâmpadas incandescentes distribuídas por todo galpão. O programa de luz foi determinado de acordo com o período de vida dos animais, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 Programa de luz durante o período experimental

Idade (dias)	Intens ¹	Potência (watts)	Tempo (h)	Acende	Apaga	Acende	Apaga
0 a 6	20 a 60	60w	23	01:00	-	-	00:00
7 a 13	5 a 10	25w	17	00:00	01:00	04:30	20:30
14 a 27	5 a 10	25w	19	00:00	01:00	03:30	21:30
29 a 35	5 a 10	25w	23	01:00	-	-	00:00

¹Intensidade em valores estimados de lux.

O horário de acendimento das lâmpadas foi controlado por *timer* automático regulado manualmente conforme necessidade de acréscimo ou decréscimo de horas de luz.

4.6 Delineamento estatístico

No momento do alojamento, os animais foram distribuídos totalmente ao acaso em 60 boxes experimentais, correspondentes a seis tratamentos com 10 repetições cada. A unidade experimental foi representada pelo boxe contendo 14 aves. O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado e as análises de variância foram efetuadas de acordo com o modelo estatístico $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$, em que Y_{ij} representa as variáveis dependentes; μ a média geral da característica observada; T_i o efeito dos tratamentos, sendo T1 (200ppm de combinação de antioxidantes e 0ppm de Vitamina E), T2 (200ppm de combinação de antioxidantes e 20ppm de Vitamina E), T3 (200ppm de combinação de antioxidantes e 40ppm de Vitamina E), T4 (200ppm de combinação de antioxidantes e 60ppm de Vitamina E), T5 (200ppm de combinação de antioxidantes e 80ppm de Vitamina E), T6 (0ppm de combinação de antioxidantes e 80ppm de Vitamina E; e_{ij} representa o erro aleatório residual.

4.7 Práticas de manejo

A aferição e o registro da temperatura ambiente foram realizados nos turnos da manhã e tarde. O sistema de ventilação foi controlado com o auxílio de um termostato ajustado para a temperatura de 25°C, sendo acionado a medida que a temperatura do ambiente ultrapassava esta temperatura. O comportamento dos animais foi considerado para a tomada de medidas corretivas de manejo.

O sistema de aquecimento utilizado consistia em campânulas à gás, acionadas manualmente permanecendo acesas durante os primeiros 14 dias de vida e após conforme a necessidade e comportamento dos animais.

Os bebedouros do tipo *nipple* eram monitorados diariamente para evitar o vazamento de água e para a manutenção da vazão e eram regulados em caso de ocorrência das mesmas. A altura dos bebedouros também era regulada de acordo com o crescimento dos frangos. Foi feito também o estímulo ao consumo de ração, realizado diariamente através da movimentação dos comedouros.

O revolvimento da cama de maravalha foi realizado semanalmente em todos os boxes do galpão.

4.8 Fornecimento de água e ração

A água foi disponibilizada através de caixas d'água cloradas e distribuída através de dois bebedouros tipo *nipple* por boxe. A ração foi fornecida manualmente em comedouros tubulares semi-automáticos com capacidade para 15kg, conforme o consumo de ração das aves.

4.9 Coleta de dados

Desempenho produtivo

As aves foram pesadas semanalmente durante o período de sete a 35 dias, ou seja, sete aves/boxe foram pesadas individualmente e, o restante (sete aves), coletivamente. A pesagem das sobras de ração foi realizada nos mesmos dias de pesagem dos animais.

As variáveis de desempenho avaliadas foram: consumo de ração semanal (CRs), consumo de ração acumulado (CRa), peso vivo (PV), ganho de peso semanal (GPs), ganho de peso acumulado (GPa), conversão alimentar semanal (CAs), conversão alimentar acumulada (CAa), viabilidade (VL) e o índice de

eficiência produtiva (IEP), utilizando-se a seguinte fórmula: $IEP = [(viabilidade * (\text{peso vivo} / 1000))] / (\text{idade} * \text{conversão alimentar}) * 100$. As variáveis CRa, GPa e CAa foram obtidas pelo somatório dos resultados registrados nos períodos anteriores.

Abate

Ao final do período de 35 dias, foram separados dois frangos por repetição com peso vivo na faixa entre 5% acima ou abaixo do peso médio do boxe, obtendo-se uma amostra de 20 aves por tratamento, identificadas por anilhas numeradas e submetidas a um jejum de oito horas. O abate foi realizado no abatedouro do IFSUL, Campus Pelotas, Visconde da Graça, conforme as normas técnicas estabelecidas no Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal (RIISPOA) e no Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves.

Os frangos de corte foram pesados individualmente na plataforma de abate, anteriormente aos procedimentos normais de abate (atordoamento, sangria, depenagem e evisceração). As carcaças após resfriamento no *chiller*, foram direcionadas ao setor de cortes para separação do peito, pernas (coxa e sobrecoxa), asa, coxinha da asa e dorso, permanecendo todas as partes com pele e ossos. As patas, pernas, asa e coxinha da asa foram pesadas aos pares. O rendimento de carcaça foi calculado em relação ao peso vivo antes do abate [%RC = (Peso Carcaça x 100)/Peso Vivo] e o rendimento das partes (peito, coxa e sobrecoxa, dorso, patas, asa e coxinha da asa), em função do peso da carcaça [%RP = (Peso Parte x 100)/Peso Carcaça].

Qualidade da carne

Para as avaliações de qualidade da carne foram separados os músculos peitorais superficial e profundo, retirando-se a pele para a avaliação da cor.

A colorimetria foi realizada com auxílio do colorímetro Minolta Chroma Meter CR-310, pelo sistema L*, a*, b*, procedendo com a medida de três pontos distintos do músculo peitoral maior (*Pectoralis major*), para obtenção de um valor médio para cor deste músculo.

Peroxidação lipídica

O índice de peroxidação lipídica da carne foi avaliado a partir da análise de determinação do ácido tiobarbitúrico (TBARS), aferindo-se a quantidade de

malonaldeído formado durante a peroxidação lipídica. Os valores foram obtidos em mg de MDA/100 gramas de gordura.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do programa estatístico SAS for System Windows, 1999.

4.10 Resultados

Os resultados obtidos no estudo serão encaminhados para publicação em periódicos científicos na área de Zootecnia e Medicina Veterinária.

5 ARTIGO 1

2 **Antioxidante a base de algas e vitamina E nas dietas de frangos de corte:** 3 **Desempenho Produtivo²**

4 **Carolina Boschini¹, Débora Cristina Nichelle Lopes¹, Fabiane Pereira Gentilini²,**
5 **Marcos Antonio Anciuti², Jerri Teixeira Zanusso¹ e Fernando Rutz¹**

6
7 ¹Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Programa de Pós-Graduação
8 em Zootecnia, Campus Universitário, s/n°96010-900 Pelotas-RS. e-mail: boschini.carolina@gmail.com

9 ²Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Pelotas “Visconde da Graça”, Av. Ildelfonso Simões Lopes,
10 2791 - CEP: 96060-290 - Pelotas/RS. e-mail: fabianepeg@brturbo.com.br, ma.anciuti@uol.com.br

11 **Resumo** – Avaliou-se o efeito do desempenho de frangos de corte suplementados
12 com dietas contendo antioxidante a base algas (EcoE) e diferentes níveis de inclusão de
13 vitamina E (VE). Utilizou-se 840 frangos de corte, pesados e distribuídos em boxes, 14
14 aves cada, representando a unidade experimental, totalizando 10 repetições por
15 tratamento. Os tratamentos foram distribuídos em níveis mínimos e máximos (0, 20, 40,
16 60 e 80ppm) de inclusão da VE com adição de 200ppm do antioxidante a base de algas
17 (EcoE), totalizando seis tratamentos. O delineamento experimental foi completamente
18 casualizado. Os animais e a sobra de ração foram pesados semanalmente até 35 dias de
19 idade. As variáveis analisadas foram: consumo de ração semanal, consumo de ração
20 acumulado, peso vivo, ganho de peso semanal, ganho de peso acumulado, conversão
21 alimentar semanal, conversão alimentar acumulada, viabilidade e o índice de eficiência
22 produtiva (IEP) e submetidas à análise de variância. A adição de antioxidantes e
23 diferentes níveis de inclusão da VE nas dietas, não afetou o desempenho das aves em
24 nenhuma das variáveis em todas as fases de criação dos frangos (P>0,05). O EcoE é
25 recomendado em adição a qualquer nível de inclusão da VE, não afetando o
26 desempenho dos frangos e o IEP.

27 **Palavras-chave:** consumo de ração, conversão alimentar, EconomasE, ganho de peso
28

29 **Summary** – We assessed the effect of the productive performance of broilers fed
30 diets containing an algae-based antioxidant (EcoE) and different levels of vitamin E
31 (VE). We used 840 broilers that were weighed and distributed into boxes with 14 birds
32 each. Each Box was considered an experimental unit and there were 10 repetitions for

² Artigo formatado conforme normas do Periódico “Revista Brasileira de Zootecnia” ISSN 1516-3598.

33 each treatment. There were six treatments distributed in minimum and maximum levels
34 (0, 20, 40, 60, and 80ppm) of VE plus 200 ppm of the algae-based antioxidant (EcoE).
35 The experimental design was completely randomized. The birds and leftover feed were
36 weighed weekly until 35 days of age. The variables analyzed were: weekly feed intake,
37 total feed intake, liveweight, total weight gain, weekly feed conversion, total feed
38 conversion, livability, and production efficiency index (PEI). The collected data were
39 submitted to analysis of variance. The inclusion of antioxidants and different levels of
40 vitamin E did not influence the performance of broilers in any of the variables and in
41 any stage of development ($P>0.05$). The addition of EcoE is recommended with any
42 level vitamin E supplementation, as it has no effect on broiler performance.

43 **Key-words:** feed intake, feed conversion, EconomasE, weight gain

44
45
46

45 Introdução

47 A vitamina E é necessária no metabolismo da célula, atua como antioxidante dos
48 ácidos graxos não saturados e tem ação na qualidade da carne (TOLEDO et. al., 2006).
49 Consistem em oito tocoferóis de ocorrência natural, dos quais o α -tocoferol é o mais
50 ativo. A principal função da vitamina E é como antioxidante na prevenção da oxidação
51 não-enzimática de ácidos graxos insaturados pelo oxigênio molecular e radicais livres
52 (McDOWELL, 2000).

53 O maior papel da vitamina E é atuar como antioxidante das membranas celulares.
54 Os tocoferóis eliminam os radicais de oxigênio atacados de fora da membrana e os
55 radicais peróxidos gerados dentro da membrana finalizando a reação da cadeia de
56 radicais livres. Portanto, a concentração de tocoferol nas membranas é um importante
57 determinante do modo de ação na sua estrutura e propriedade funcional (SURAI, 2002).

58 Mesmo oferecendo muitos benefícios ao desempenho dos frangos de corte, a
59 suplementação de vitamina E na dieta ainda é muito questionada pelas empresas, pois o
60 acréscimo é cinco a 10 vezes maior que o recomendado pelo NRC, (1994) (LEESON,
61 2007), o que a torna um nutriente caro e eleva assim o custo das rações. Uma alternativa

62 sem influenciar o desempenho produtivo das aves, é o uso de outros tipos de
63 antioxidantes na dieta em substituição níveis de inclusão da vitamina E, com funções
64 iguais ou semelhantes a da vitamina E no metabolismo, atuando na integridade das
65 membranas e protegendo as células contra a ação de radicais livres, impedindo assim, a
66 peroxidação dos lipídios.

67 Em um estudo recente, Xiao et al. (2011), ao utilizarem uma combinação de
68 antioxidantes à base de extrato de algas verificaram que os papéis biológicos da
69 vitamina E, incluindo sua capacidade antioxidante pode ser mimetizada à nível
70 transcricional pela combinação de antioxidantes e sugerem o seu uso em dietas para
71 frangos de corte.

72 Esta combinação de antioxidantes a base de algas é uma mistura de antioxidantes
73 naturais, sintéticos e extrato de algas, nos quais em conjunto contribuem para o
74 metabolismo do animal de forma a reduzir os requerimentos de vitamina E na dieta e
75 mantendo ou melhorando os índices de desempenhos das aves, conforme as
76 recomendações do fabricante.

77 Objetivou-se avaliar os efeitos no desempenho de frangos de corte suplementados
78 com dietas contendo a adição desta combinação de antioxidantes a base de algas
79 (EconomasE[®], Alltech do Brasil, EcoE) e diferentes níveis de inclusão da vitamina E.

80 **Material e Métodos**

81 O estudo foi devidamente aprovado pela Comissão de Ética e Experimentação
82 Animal da Universidade Federal de Pelotas e realizado no aviário da Unidade Especial
83 de Avicultura do Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Pelotas “Visconde da
84 Graça”, em um período experimental de 35 dias. Foram utilizados 840 frangos de corte,
85 machos, da linhagem Cobb de um dia de idade vacinados contra doença de Marek e
86 Gumboro no incubatório.

87 As aves foram distribuídas aleatoriamente nos boxes, sendo 14 aves em cada um
88 deles. Cada boxe representou uma unidade experimental, resultando em 10 repetições
89 por tratamento. O delineamento experimental foi completamente casualizado.

90 A dieta basal foi formulada a base de milho e farelo de soja, com níveis
91 nutricionais estabelecidos pelo manual da linhagem e de acordo com a fase de vida das
92 aves (Tabela 1), o EconomasE[®] (EcoE) e a vitamina E (VE) foram adicionados de
93 forma *on top* na dieta. O premix foi elaborado sem adição de qualquer antioxidante e
94 vitamina E, de forma a não haver interferência do mesmo no objetivo do estudo. A
95 ração foi fornecida à vontade em todo o período experimental, em comedouro tubular,
96 assim como o fornecimento da água em bebedouros do tipo *nipple*.

97 Tabela 1: Composição percentual e níveis nutricionais das dietas de acordo com a fase
98 de desenvolvimento dos frangos

Alimento (g)	Fase (dias)			
	Pré-inicial (0-7)	Inicial (8-21)	Crescimento (22-28)	Final (29-35)
Milho grão	52,98	55,35	52,53	52,35
Farelo de soja	38,98	36,15	36,55	36,55
Fosfato Bicalcico	1,94	1,84	1,68	1,68
Farinha de Ostra	0,96	0,93	0,87	0,87
Sal	0,68	0,48	0,48	0,48
Óleo de soja	3,27	4,00	6,08	6,08
Supl. Min. Vit. ¹	0,50	0,50	0,50	0,50
Inerte	0,40	0,50	1,00	1,00
Metionina	0,24	0,15	0,22	0,22
L-Lisina HCL	0,07	0,10	0,09	0,09
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis nutricionais calculados				
EM (kcal/kg)	2960,00	3050,00	3150,00	3150,00
PB (%)	22,11	21,14	21,12	21,12
Ca (%)	0,95	0,90	0,84	0,84
P disp (%)	0,54	0,45	0,83	0,83
Metionina (%)	0,53	0,45	0,80	0,80
Lisina (%)	1,36	1,10	1,09	1,09

99 ¹ Suplemento mineral e vitamínico, composição Inicial (quantidade por Kg de produto): Vit. A
100 2.000.000UI, Vit. D3 400.000UI, Vit. K3 340mg, Vit. B1 360mg, Vit. B2 1.200UI, Vit B6 500mg, Vit.
101 B12 2.400mcg, Niacina 8.000mg, Ác. Fólico 215mg, Ác. Pantotênico 3.200mg, Biotina 16mg, Metionina
102 360g, Colina 100g, Manganês 20.000mg, Zinco 12.000mg, Ferro 10.000mg, Cobre 1.995mg, Iodo
103 120mg. Composição Crescimento (quantidade por Kg de produto): Vit. A 1.440.000UI, Vit. D3
104 320.000UI, Vit. K3 280mg, Vit. B1 350mg, Vit. B2 1.000UI, Vit B6 600mg, Vit. B12 2.400mcg, Niacina
105 7.000mg, Ác. Fólico 150mg, Ác. Pantotênico 2.400mg, Metionina 244g, Colina 60g, Manganês
106 20.000mg, Zinco 12.000mg, Ferro 10.000mg, Cobre 1.995mg, Iodo 120mg. Composição Final
107 (quantidade por Kg de produto): Vit. A 1.800.000UI, Vit. D3 320.000UI, Vit. K3 320mg, Vit. B1 310mg,
108 Vit. B2 1.000UI, Vit B6 600mg, Vit. B12 1.600mcg, Niacina 4.000mg, Ác. Fólico 200mg, Ác.
109 Pantotênico 1.600mg, Metionina 330g, Colina 100g, Manganês 21.250mg, Zinco 15.000mg, Ferro
110 10.000mg, Cobre 3.000mg, Iodo 150mg.

111

112 Os tratamentos foram distribuídos nas unidades experimentais através de sorteio,

113 sendo eles representados das seguintes formas: tratamento 1, 200ppm de EcoE e 0ppm

114 de VE; tratamento 2, 200ppm de EcoE mais 20ppm VE; tratamento 3, 200ppm de EcoE

115 mais 40ppm de VE; tratamento 4, 200ppm de EcoE mais 60ppm de VE; tratamento 5,
116 200ppm de EcoE mais 80ppm de VE; tratamento 6, 0ppm de EcoE e 80ppm de VE.

117 A pesagem das aves foi realizada da seguinte forma: sete pintos individualmente e
118 os sete restantes em grupo, semanalmente, do 1 aos 35 dias de idade dos frangos. As
119 sobras de ração também foram pesadas na mesma ocasião, para o cálculo do consumo
120 de ração. A sobra de ração também era pesada nos casos de mortalidade de algum
121 animal das unidades experimentais, de forma a balancear corretamente o cálculo de
122 conversão alimentar. Durante o período experimental foram avaliadas as variáveis de
123 desempenho: consumo de ração semanal, consumo de ração acumulado, peso vivo,
124 ganho de peso semanal, ganho de peso acumulado, conversão alimentar semanal,
125 conversão alimentar acumulada, viabilidade e o índice de eficiência produtiva (IEP),
126 utilizando-se a seguinte fórmula: $IEP = [(viabilidade * (peso\ vivo / 1000)) / (idade * conversão$
127 $alimentar)] * 100$.

128 Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias
129 comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, pelo programa SAS for System
130 Windows V8, (1999).

131 **Resultados e Discussão**

132 A inclusão do EconomasE[®] independentemente dos níveis de vitamina E nas
133 dietas não afetou o desempenho das aves em nenhuma das variáveis analisadas em todas
134 as fases de criação dos frangos de corte. Verificou-se que mesmo sem as diferenças
135 significativas, que o consumo de ração, peso vivo, ganho de peso, conversão alimentar e
136 índice de eficiência produtiva, tiveram resultados numericamente superiores para os
137 grupos suplementados com dietas contendo EcoE, e o grupo controle, tratamento 6, que
138 contém somente a inclusão de vitamina E, no período de 7 dias de vida dos frangos,
139 como observa-se na Tabela 2.

140 Tabela 2: Desempenho produtivo de frangos de corte com 7 dias de idade recebendo
 141 dietas contendo EconomasE e diferentes níveis de inclusão de vitamina E

TRAT	CRs (g)	PV (g)	GPs (g)	CAs	VIAB (%)
1	151,8	174,73	133,15	1,14	99,29
2	147,3	170,58	128,34	1,15	98,58
3	151,1	172,00	129,64	1,17	100,00
4	146,9	169,82	127,81	1,15	99,29
5	151,0	173,89	131,78	1,15	98,57
6	152,2	169,37	127,08	1,20	100,00
P	0,8915	0,8704	0,8188	0,3878	0,6873

142 Trat: tratamento 1, 200ppm de EconomasE[®] e 0ppm de vitamina E; tratamento 2, 200ppm de
 143 EconomasE[®] mais 20ppm vitamina E; tratamento 3, 200ppm de EconomasE[®] mais 40ppm de vitamina E;
 144 tratamento 4, 200ppm de EconomasE[®] mais 60ppm de vitamina E; tratamento 5, 200ppm de
 145 EconomasE[®] mais 80ppm de vitamina E; tratamento 6, 0ppm de EconomasE[®] e 80ppm de vitamina E.
 146 CRs=consumo de ração semanal; PV=peso vivo; GPs=ganho de peso semanal; CAs=conversão alimentar
 147 semanal; VL=viabilidade.

149 Na segunda semana de idade dos frangos, conforme a Tabela 3, observou-se que
 150 mesmo não obtendo efeitos significativos que o consumo de ração o ganho de peso e a
 151 conversão alimentar foram semelhantes entre os tratamentos, destacando-se o grupo
 152 suplementado com o tratamento 1, no qual obteve valor superior para o ganho de peso e
 153 conversão alimentar.

154

155 Tabela 3: Desempenho produtivo de frangos de corte com 14 dias de idade recebendo
 156 dietas contendo EconomasE e diferentes níveis de inclusão de vitamina E

TRAT	CRs (g)	CRA (g)	PV (g)	GPs (g)	GPa (g)	CAs	CAa	VIAB (%)
1	368,4	520,2	447,62	272,92	406,04	1,35	1,28	99,23
2	357,9	505,3	436,84	266,27	394,62	1,35	1,28	100,00
3	369,3	520,2	438,92	266,93	396,56	1,38	1,31	99,29
4	361,0	508,0	421,42	251,58	379,38	1,44	1,34	100,00
5	365,5	516,6	432,9	259,02	390,82	1,42	1,32	100,00
6	368,1	520,3	439,69	270,31	397,39	1,36	1,31	99,29
P	0,949	0,9222	0,2636	0,0754	0,2514	0,4049	0,5689	0,6994

157 TRAT: Trat: tratamento 1, 200ppm de EconomasE[®] e 0ppm de vitamina E; tratamento 2, 200ppm de
 158 EconomasE[®] mais 20ppm vitamina E; tratamento 3, 200ppm de EconomasE[®] mais 40ppm de vitamina E;
 159 tratamento 4, 200ppm de EconomasE[®] mais 60ppm de vitamina E; tratamento 5, 200ppm de
 160 EconomasE[®] mais 80ppm de vitamina E; tratamento 6, 0ppm de EconomasE[®] e 80ppm de vitamina E.
 161 CRs=consumo de ração semanal, CRA=consumo de ração acumulado; PV=peso vivo; GPs=ganho de peso
 162 semanal, GPa=ganho de peso acumulado; CAs=conversão alimentar semanal; CAa=conversão alimentar
 163 acumulada, VL=viabilidade.

164
 165 Já no período de 21 dias, pode-se verificar que os frangos que receberam as dietas
 166 dos tratamentos 2 (200ppm EcoE mais 20ppm de VE) e 6 (80ppm de VE), tiveram uma
 167 tendência a melhor conversão alimentar com relação aos outros tratamentos, o
 168 tratamento 2 tendeu a um menor consumo de ração e o tratamento 1 a um maior ganho
 169 de peso, como mostrado na Tabela 4.

170

171 Tabela 4: Desempenho produtivo de frangos de corte com 21 dias de idade recebendo
 172 dietas contendo EconomasE e diferentes níveis de inclusão de vitamina E

TRAT	CRs	CRA	PV	GPs	GPa	CAs	CAa	VIAB
1	683,5	1203,4	884,66	570,16	843,06	1,20	1,43	100,00
2	612,0	1117,2	860,57	552,07	818,33	1,11	1,37	99,29
3	692,7	1213,2	860,25	550,99	817,93	1,28	1,49	100,00
4	637,9	1146,0	857,96	564,38	815,95	1,13	1,41	99,29
5	625,3	1141,9	856,51	555,40	814,40	1,13	1,41	99,29
6	609,7	1130,2	865,35	552,75	823,08	1,11	1,38	100,00
P	0,0609	0,1353	0,8503	0,9373	0,8385	0,2083	0,432	0,7001

173 Trat: tratamento 1, 200ppm de EconomasE[®] e 0ppm de vitamina E; tratamento 2, 200ppm de
 174 EconomasE[®] mais 20ppm vitamina E; tratamento 3, 200ppm de EconomasE[®] mais 40ppm de vitamina E;
 175 tratamento 4, 200ppm de EconomasE[®] mais 60ppm de vitamina E; tratamento 5, 200ppm de
 176 EconomasE[®] mais 80ppm de vitamina E; tratamento 6, 0ppm de EconomasE[®] e 80ppm de vitamina E.
 177 CRs=consumo de ração semanal (g); CRA=consumo de ração acumulado (g); PV=peso vivo (g);
 178 GPs=ganho de peso semanal (g); GPa=ganho de peso acumulado (g); CAs=conversão alimentar semanal;
 179 CAa=conversão alimentar acumulada; VL=viabilidade (%).

181 De acordo com a Tabela 5 e 6 para os períodos de 28 e 35 dias, verificou-se que o
 182 grupo alimentado com o tratamento 2, obteve numericamente menor consumo de ração
 183 e melhor conversão alimentar e o grupo de frangos suplementados com dieta contendo o
 184 tratamento controle, também obteve valor numericamente semelhante de conversão
 185 alimentar, melhor peso vivo e ganho de peso com relação aos outros tratamentos. O
 186 índice de eficiência produtiva do lote (IEP) nos últimos períodos (28 e 35 dias) foram
 187 melhores para os tratamentos 2 e 6, com relação aos outros. A viabilidade do lote foi
 188 semelhantes para todos os tratamentos em todos os períodos.

189

190 Tabela 5: Desempenho produtivo de frangos de corte com 28 dias de idade recebendo
191 dietas contendo EconomasE e diferentes níveis de inclusão de vitamina E

TRAT	CRs	CRA	PV	GPs	GPa	CAs	CAa	IEP	VIAB
1	984,4	2187,9	1512,24	900,51	1470,68	1,09	1,49	364,6	100,00
2	1021,1	2138,1	1502,57	908,28	1460,33	1,13	1,47	370,4	100,00
3	1041,9	2255	1509,25	915,91	1466,91	1,13	1,54	351,9	99,23
4	1054,6	2200,4	1504,44	898,04	1462,41	1,17	1,50	352,9	99,58
5	1058,3	2200,1	1492,81	895,31	1450,74	1,19	1,52	350,4	99,29
6	1032,0	2162,1	1517,31	922,28	1475,03	1,13	1,47	376,0	99,29
P	0,9295	0,8684	0,9920	0,979	0,992	0,8096	0,867	0,8121	0,6298

192 Trat: tratamento 1, 200ppm de EconomasE[®] e 0ppm de vitamina E; tratamento 2, 200ppm de
193 EconomasE[®] mais 20ppm vitamina E; tratamento 3, 200ppm de EconomasE[®] mais 40ppm de vitamina E;
194 tratamento 4, 200ppm de EconomasE[®] mais 60ppm de vitamina E; tratamento 5, 200ppm de
195 EconomasE[®] mais 80ppm de vitamina E; tratamento 6, 0ppm de EconomasE[®] e 80ppm de vitamina E.
196 CRs=consumo de ração semanal (g); CRA=consumo de ração acumulado (g); PV=peso vivo (g);
197 GPs=ganho de peso semanal (g); GPa=ganho de peso acumulado (g); CAs=conversão alimentar semanal;
198 CAa=conversão alimentar acumulada; IEP=índice de eficiência produtiva; VL=viabilidade (%).

200 Tabela 6: Desempenho produtivo de frangos de corte com 35 dias de idade recebendo
201 dietas contendo EconomasE e diferentes níveis de inclusão de vitamina E

TRAT	CRs	CRA	PV	GPs	GPa	CAs	CAa	IEP	VIAB
1	1.156,6	3344,3	2121,66	1179,58	2080,11	1,01	1,62	381,5	100,00
2	1161,1	3299,1	2228,47	1277,95	2186,22	0,92	1,52	425,7	100,00
3	1974,8	3329,8	2177,51	1219,27	2135,17	0,89	1,56	398,5	99,17
4	1125,2	3325,9	2169,47	1229,41	2127,46	0,93	1,57	394,3	99,23
5	1129	3329,1	2192,05	1254,64	2149,97	0,90	1,56	407,1	100,00
6	1179,8	3342,0	2227,19	1262,61	2184,91	0,94	1,53	418,8	100,00
P	0,1884	0,9988	0,7287	0,718	0,7342	0,4507	0,735	0,6194	0,5542

202 Trat: tratamento 1, 200ppm de EconomasE[®] e 0ppm de vitamina E; tratamento 2, 200ppm de
203 EconomasE[®] mais 20ppm vitamina E; tratamento 3, 200ppm de EconomasE[®] mais 40ppm de vitamina E;
204 tratamento 4, 200ppm de EconomasE[®] mais 60ppm de vitamina E; tratamento 5, 200ppm de
205 EconomasE[®] mais 80ppm de vitamina E; tratamento 6, 0ppm de EconomasE[®] e 80ppm de vitamina E.
206 CRs=consumo de ração semanal (g); CRA=consumo de ração acumulado (g); PV=peso vivo (g);
207 GPs=ganho de peso semanal (g); GPa=ganho de peso acumulado (g); CAs=conversão alimentar semanal;
208 CAa=conversão alimentar acumulada; IEP=índice de eficiência produtiva; VL=viabilidade (%).

209
210 Nos resultados encontrados observa-se que todos os todos os antioxidantes
211 independente dos níveis de inclusão vitamina E nas dietas, podem ser recomendados
212 sem que o desempenho produtivo dos frangos seja afetado. Nos estudos realizados por
213 Maurice et al. (1993) foram observados diminuição no ganho de peso em frangos de

214 corte que receberam 300UI/kg de vitamina E em sua dieta, contrariamente aos
215 resultados encontrados por Raza et al. (1997), que observaram melhor conversão
216 alimentar e maior peso corporal para as aves que foram alimentadas com 300mg de
217 VE/kg de dieta.

218 Em um estudo realizado por Sell et al. (1994), ao utilizarem os níveis de 0; 12; 50
219 e 300UI de vitamina E kg⁻¹ de dieta, assim como no presente estudo não verificaram
220 diferença para peso corporal, consumo alimentar e viabilidade criatória no período total.

221 Contrariamente aos resultados encontrados neste estudo, conclusões obtidas por
222 Lauridsen et al., (1997), indicaram que a suplementação de acetato de α -tocoferol
223 elevou o *status* antioxidante muscular. Ainda de acordo com o mesmo autor, os níveis
224 de α -tocoferol nos músculos representam ser um fator dominante em determinar a
225 estabilidade oxidativa das membranas musculares.

226 Barreto et al., (1999), avaliaram o efeito da suplementação de diferentes níveis de
227 vitamina E (25, 250, 500 e 750mg/kg) na dieta, sobre o desempenho de frangos de corte
228 de um a 42 dias de idade e verificaram que o aumento da suplementação de vitamina E
229 na dieta de frangos de corte resultou em melhoria significativa ($P < 0,05$) no ganho e no
230 peso das aves aos 42 dias de idade.

231 Os resultados obtidos por Toledo et al., (2006), assim como os deste estudo,
232 discordam dos obtidos por Barreto et al. (1999), nos quais não encontraram diferenças
233 significativas em nenhuma das variáveis analisadas (peso corporal, consumo alimentar e
234 conversão alimentar), entre os diferentes níveis de suplementação com vitamina E nas
235 dietas de frangos de corte.

236 Guo et al. (2001), não observaram efeitos significativos da suplementação de
237 vitamina E até o nível de 100mg/kg em nenhuma variável de desempenho, para frangos
238 de corte abatidos até os 42 dias de idade. Leonel et al., (2007) ao avaliarem os efeitos da

239 suplementação de 300mg/Kg de vitamina E na dieta de frangos de corte durante
240 diferentes períodos, também não encontraram diferenças significativas entre os
241 tratamentos para as variáveis, consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar.

242 Cardoso et al., (2007), utilizando diferentes níveis de inclusão de zinco e vitamina
243 E, observaram que os níveis de vitamina E e a interação dos níveis de zinco e vitamina
244 E não exerceram efeitos significativos ($P > 0,05$) sobre o ganho médio de peso vivo,
245 consumo médio de ração e conversão alimentar.

246 Pierce et al. (2009), indicaram que a inclusão deste antioxidante a base de alga
247 contendo selênio reduziu significativamente a quantia de vitamina E exigida na dieta e
248 melhorou o desempenho produtivo e qualidade da carne de frangos de corte.

249 Portanto, diante do exposto acima, é possível afirmar que o EconomasE[®] exerceu
250 funções semelhantes a vitamina E no metabolismo, não prejudicando o desempenho dos
251 animais, principalmente nos últimos períodos de vida.

252 **Conclusão**

253 A suplementação de EconomasE[®] em quaisquer níveis de inclusão da vitamina E
254 é recomendada nas dietas, não afetando o desempenho produtivo dos frangos de corte.

255 **Agradecimentos**

256 Empresa Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda, pelo financiamento do projeto, ao
257 Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Pelotas “Visconde da Graça” por ceder as
258 instalações e equipamentos para realização do experimento e ao CNPq pela concessão
259 da bolsa de estudo.

260 **Referências**

261 BARRETO, S.L.T. ; FERREIRA, W.M.; MORAES, T. Efeito de níveis de vitamina E
262 na dieta sobre o desempenho e concentração de a-tocoferol na carne de frangos de
263 corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia [on**
264 **line]**, v.51, n.4, p. 387-392,1999.

- 265 CARDOSO , A.L.S.P.; DE ALBUQUERQUE, R., TESSARI, E.N.C. Desempenho de
266 frangos de corte recebendo rações com diferentes níveis de inclusão de zinco e de
267 vitamina E. **Arquivo Instituto de Biologia**, São Paulo, v.74, n.4, p.307-313,
268 out./dez., 2007.
- 269 GUO, Y.; TANG, Q.; YUAN, J. et. al. Effects of supplementation with vitamin E on
270 the performance and the tissue peroxidation of broiler chicks and the stability of
271 thigh meat against oxidative deterioration. **Animal Feed Science and**
272 **Technology**,v.89, p.165-173, 2001.
- 273 LAURIDSEN, C.; BURKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A. Influence of dietary fat and
274 vitamin E supplementation on alfa-tocoferol levels an fatty acids profiles in chicken
275 muscle membranal fractions and susceptibility to lipid peroxidation. **Meat Science**,
276 v.46, p.9-22, 1997.
- 277 LEESON, S. 2007. Vitamin requirements: Is there a basis for re-evaluating dietary
278 specifications? **World's Poultry Science Journal**. 63:255–266.
- 279 LEONEL, F.R.; OBA, A.; PELICANO, E.R.L. et. al. Performance, Carcass Yield, and
280 Qualitative Characteristics of Breast and Leg Muscles of Broilers Fed Diets
281 Supplemented with Vitamin E at Different Ages. **Brazilian Journal of Poultry**
282 **Science**, v.9, n.2, p. 91 – 97, Apr – Jun, 2007.
- 283 MAURICE, D.V.; LIGHTSEY, S.F.; HSU, K.T. et. al. Immunoenhancement in
284 chickens fed excess vitamin E is dependent on genotype and concentration. **Poultry**
285 **Science**, v.72, n.1, p.55, 1993.
- 286 McDOWELL, L.R., **Vitamin in animal and human nutrition**. 2 ed., low a State
287 University press, 2000, 155p.
- 288 NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirement of Poultry**. 9.ed.
289 Washington, OC: National Academy of Sciences, 1994, 80p.
- 290 PIERCE, J. L., AO, T., POWER, R. F.; DAWSON et. al. Investigation of replacing
291 vitamin E with EconomasE in broiler diet. **Poultry Science** **87(Suppl.1):97**.
292 (Abstr.), 2009.
- 293 RAZA, F.K., KHAN, S.A., RAZA, A., et al. Effect of vitamin E and deficiency and
294 excess on immune system of broiler chickens. **International Journal of Animal**.
295 **Science**, v.12, p.39-41, 1997.
- 296 SAS - **Statistical Analysis System**. Versão 8. 1999.
- 297 SELL, J. et al. Influence of dietary supplementation with vitamin E and Ascorbic Acid
298 on vitamin E status of poultry. **Poultry Science**, v.73, s.1, p.13, 1994.
- 299 SURAI, P.F. **Natural Antioxidants in avian Nutrition and reproduction**. Nottingham,
300 UNIVERSITY PRESS. 2002, 615p.
- 301 TOLEDO, G.S.. KLOECKNER, P., LOPES, J. et. al. Níveis das vitaminas A e E em
302 dietas de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.624-
303 629, 2006.
- 304 XIAO, R.; POWER, R. F.; MALLONEE, D. et. al. A comparative transcriptomic study
305 of vitamin E and an algae-based antioxidant as antioxidative agents: Investigation of
306 replacing vitamin E with the algae-based antioxidant in broiler diets. **Poultry**
307 **Science**, v.90, p.136-146, 2011.

6 ARTIGO 2

Economase[®] e vitamina E em dietas de frangos: Características de carcaça e qualidade de carne³

Carolina Boschini^{1*}, Sabrina Somacal², Fernanda Medeiros Gonçalves¹, Tatiana Emanuelli², Marcos Antonio Anciuti³, Jerri Teixeira Zanusso¹, Fernando Rutz¹

¹Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Campus Universitário, s/nº96010-900 Pelotas-RS. *e-mail:boschini.carolina@gmail.com, fone/fax: (53) 3275-7270.

²Centro de Ciências da Saúde. Núcleo integrado de desenvolvimento em análises laboratoriais (Integrated Center for Laboratory Analysis Development) Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos - Centro de Ciências Rurais – UFSM Avenida Roraima, nº 1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, Santa Maria - RS, 97105-900.

³Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Pelotas Visconde da Graça, Av. Ildelfonso Simões Lopes, 2791 - CEP: 96060-290 - Pelotas/RS.

Resumo – Avaliaram-se os rendimentos de carcaça e dos principais cortes, cor e o índice de peroxidação lipídica da carne de frangos suplementados com dietas contendo Economase[®] (EcoE) e diferentes níveis de inclusão de vitamina E (VE). Utilizou-se 840 frangos de corte, pesados e distribuídos em boxes com 14 aves cada, representando a unidade experimental, totalizando 10 repetições por tratamento. Os tratamentos foram distribuídos em cinco níveis (0, 20, 40, 60 e 80ppm) de inclusão da VE com adição de 200ppm de EcoE, totalizando seis tratamentos. O delineamento experimental foi completamente casualizado. Ao final de 35 dias, foram abatidas 20 aves por tratamento para avaliar o rendimento de carcaça e cortes, cor e peroxidação lipídica da carne. Houve diferença significativa somente para a variável MDA e cor. Conclui-se que a suplementação de Economase[®] nas dietas melhorou positiva e/ou significativamente o rendimento de carcaça e cortes, cor e índice de peroxidação lipídica da carne.

Palavras-chave: Economase[®], rendimento de carcaça, cor, TBARS, frango de corte.

Abstract – We evaluated the effects in the carcass and main cuts yield, color, and lipid peroxidation index of the meat from broilers fed diets containing Economase[®] (EcoE) and different levels of vitamin E (VE). We used 840 broilers that were weighed and distributed into boxes with 14 birds each. Each Box was considered an experimental

³ Artigo formatado conforme as normas da revista “Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (on-line)” ISSN 1678-4162.

34 unit and there were 10 repetitions for each treatment. There were six treatments
35 distributed into five different levels (0, 20, 40, 60, and 80ppm) of VE plus 200 ppm of
36 the algae-based antioxidant (EcoE). At the end of 35 days, 20 birds from each treatment
37 were slaughtered to assess carcass and cuts yield, color and lipid peroxidation of the
38 meat. There was a significant difference for variables MDA and color. It can be
39 concluded that supplementation of diets with EconomasE[®] improved positively and/or
40 significantly the yield of carcasses and cuts, as well as color and lipid peroxidation
41 index of the meat.

42 **Key-words:** broiler, color, carcass yield, EconomasE[®], TBARS

43 **Introdução**

44 O grande aumento no consumo da carne de frango pelos consumidores deve-se
45 principalmente pelo seu custo reduzido quando comparado as carnes bovinas e suínas
46 (MENDES & SALDANHA, 2004). Esse baixo custo também foi influência no aumento
47 das exportações alavancando o Brasil como principal exportador de carne de frango do
48 mundo.

49 As aves destinadas à produção de carne foram selecionadas, principalmente,
50 para características de desempenho e carcaça, como o peso vivo, a conversão alimentar
51 e o peso de peito, o que proporcionou avanços na taxa de crescimento destes animais
52 (GAYA et al., 2006). Entretanto, esses grandes avanços resultaram também em aspectos
53 negativos como, por exemplo, uma maior deposição de gordura que apresenta teor
54 elevado de ácidos graxos o que leva a uma deterioração precoce e rejeição por parte do
55 consumidor.

56 A perda de qualidade em produtos cárneos e mais evidente em carnes ricas em
57 ácidos graxos, como a suína, bovina e de frangos (LEONEL et al., 2007), as quais ficam
58 mais suscetíveis ao processo de lipoperoxidação.

59 A peroxidação lipídica constitui a principal causa de deterioração dos ácidos
60 graxos. Afastados do seu contexto de proteção natural, os ácidos graxos sofrem, no
61 decurso de processos de transformação e armazenamento, alterações do tipo oxidativo,
62 as quais tem como principal consequência a modificação do *flavor* original e o
63 aparecimento de odores e gostos característicos do ranço, o qual representa para o

64 consumidor, ou para o transformador industrial, uma importante causa de depreciação
65 ou rejeição

66 As carnes de suínos e de aves rancificam mais rapidamente que a bovina, uma
67 vez que apresenta maior percentagem de gorduras, além de serem mais insaturadas
68 (OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2001). As reações oxidativas que deixam as carnes com
69 aspectos de ranço ocorrem geralmente em casos de estresse do animal, em que seu
70 metabolismo sofre agressões dos radicais livres, potencializando as reações de oxidação,
71 levando a peroxidação dos lipídios, resultando na perda de qualidade do produto e do
72 valor nutricional (CASTERA-ROSSIGNOL & BOSQUE, 1994)

73 Para evitar que estes tipos de reações ocorram dentro organismo do animal, é
74 feito o uso de antioxidantes nas dietas, que atuam na integridade das membranas
75 celulares e no interior das células evitando a peroxidação dos lipídios.

76 A vitamina E é considerada um potente antioxidante lipossolúvel, pois tem a
77 capacidade de impedir a propagação das reações em cadeia induzidas pelos radicais
78 livres nas membranas biológicas (TRABER & PACKER, 1995).

79 De acordo com Nam et. al. (1997), a suplementação de vitamina E, leva a uma
80 maior concentração desta nos tecidos musculares, melhorando na estabilidade da cor e
81 reduzindo a oxidação dos lipídios, trazendo aromas mais desejáveis. Sante e Lacourt
82 (1994) e De Winnie e Dirinck (1996), relataram que a vitamina E pode ser utilizada com
83 o intuito de manter as características qualitativas da carne de frango durante seu
84 congelamento.

85 O custo da vitamina E é muito elevado, e sua suplementação eleva o custo das
86 rações pelo fato dos nutricionistas adicionarem cinco a 10 vezes a quantidade indicada
87 pelo NRC, (1994), (LEESON, 2007). Para tanto, existem alternativas, como o uso
88 outros antioxidantes que possuem funções iguais ou semelhantes a da vitamina E e com
89 custo muito mais reduzidos, entre eles estão os complexos contendo extrato de algas.

90 Em um estudo recente, Xiao et. al. (2011), ao utilizarem uma combinação de
91 antioxidantes à base de extrato de algas verificaram que os papéis biológicos da
92 vitamina E, incluindo sua capacidade antioxidante pode ser mimetizada à nível
93 transcricional pela combinação de antioxidantes e sugerem o seu uso em dietas para
94 frangos de corte.

95 Portanto, este estudo visa avaliar os efeitos nos rendimentos de carcaça e dos principais
96 cortes, cor e o índice de peroxidação lipídica da carne de frangos de corte
97 suplementados com antioxidante a base de extrato de alga (EconomasE[®], Alltech do
98 Brasil, EcoE) e diferentes níveis de inclusão da vitamina E em suas dietas.

99

100

Material e Métodos

101

102

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Pelotas com o número de registro 1150.

103

104

105

106

107

O experimento foi realizado no aviário da Unidade Especial de Avicultura do Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Pelotas Visconde da Graça, em um período experimental de 35 dias. Foram utilizados 840 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb de um dia de idade vacinados contra as doenças Marek e Gumboro no incubatório.

108

109

110

Os animais foram distribuídos aleatoriamente nos boxes, sendo 14 aves em cada um deles. Cada boxe representou uma unidade experimental, resultando em 10 repetições por tratamento. O delineamento experimental foi completamente casualizado.

111

112

113

114

115

116

117

118

119

A dieta basal foi formulada a base de milho e farelo de soja, com níveis nutricionais estabelecidos pelo manual da linhagem e de acordo com a fase de vida das aves (Tab. 1), o EconomasE[®] (EcoE) e a vitamina E (VE) foram adicionados de forma *on top* na dieta. O premix utilizado não apresentava adição de antioxidante e vitamina E, de forma a não haver interferência do mesmo no objetivo do estudo. A ração foi fornecida à vontade em todo o período experimental, em comedouro tubular e o fornecimento da água em bebedouros do tipo *nipple*, também fornecida à vontade aos frangos .

120 Tabela 1: Composição percentual e níveis nutricionais das dietas de acordo com a fase
 121 de desenvolvimento dos frangos

Alimento (g)	Fase (dias)			
	Pré-inicial (0-7)	Inicial (8-21)	Crescimento (22-28)	Final (29-35)
Milho grão	52,98	55,35	52,53	52,35
Farelo de soja	38,98	36,15	36,55	36,55
Fosfato bicálcico	1,94	1,84	1,68	1,68
Farinha de ostra	0,96	0,93	0,87	0,87
Sal	0,68	0,48	0,48	0,48
Óleo de soja	3,27	4,00	6,08	6,08
Supl. Min. Vit. ¹	0,50	0,50	0,50	0,50
Inerte	0,40	0,50	1,00	1,00
Metionina	0,24	0,15	0,22	0,22
L-Lisina HCL	0,07	0,10	0,09	0,09
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00
Níveis nutricionais calculados				
EM (kcal/kg)	2960,00	3050,00	3150,00	3150,00
PB (%)	22,11	21,14	21,12	21,12
Ca (%)	0,95	0,90	0,84	0,84
P disp (%)	0,54	0,45	0,83	0,83
Metionina (%)	0,53	0,45	0,80	0,80
Lisina (%)	1,36	1,10	1,09	1,09

122

123 ¹ Suplemento mineral e vitamínico: Composição Inicial (quantidade por Kg de produto): Vit. A
 124 2.000.000UI, Vit. D3 400.000UI, Vit. K3 340mg, Vit. B1 360mg, Vit. B2 1.200UI, Vit B6 500mg, Vit.
 125 B12 2.400mcg, Niacina 8.000mg, Ác. Fólico 215mg, Ác. Pantotênico 3.200mg, Biotina 16mg, Metionina
 126 360g, Colina 100g, Manganês 20.000mg, Zinco 12.000mg, Ferro 10.000mg, Cobre 1.995mg, Iodo
 127 120mg. Composição Crescimento (quantidade por Kg de produto): Vit. A 1.440.000UI, Vit. D3
 128 320.000UI, Vit. K3 280mg, Vit. B1 350mg, Vit. B2 1.000UI, Vit B6 600mg, Vit. B12 2.400mcg, Niacina
 129 7.000mg, Ác. Fólico 150mg, Ác. Pantotênico 2.400mg, Metionina 244g, Colina 60g, Manganês
 130 20.000mg, Zinco 12.000mg, Ferro 10.000mg, Cobre 1.995mg, Iodo 120mg. Composição Final
 131 (quantidade por Kg de produto): Vit. A 1.800.000UI, Vit. D3 320.000UI, Vit. K3 320mg, Vit. B1 310mg,
 132 Vit. B2 1.000UI, Vit B6 600mg, Vit. B12 1.600mcg, Niacina 4.000mg, Ác. Fólico 200mg, Ác.
 133 Pantotênico 1.600mg, Metionina 330g, Colina 100g, Manganês 21.250mg, Zinco 15.000mg, Ferro
 134 10.000mg, Cobre 3.000mg, Iodo 150mg.

135

136

137

Os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente nas unidades experimentais
 através de sorteio, sendo eles representados das seguintes formas: tratamento 1 (T1),
 200 ppm de EcoE e 0 ppm VE; tratamento 2 (T2), 200 ppm de EcoE e 20 ppm de VE;

138 tratamento 3 (T3), 200 ppm de EcoE e 40 ppm de VE; tratamento 4 (T4), 200 ppm de
139 EcoE e 60 ppm de VE; tratamento 5 (T5), 200 ppm de EcoE e 80 ppm de VE;
140 tratamento 6 (T6), 0 ppm de EcoE e 80 ppm de VE.

141 Ao final do período de 35 dias, foram separados, aleatoriamente, dois frangos
142 por repetição, obtendo-se uma amostra de 20 aves por tratamento, as quais foram
143 identificadas por anilhas numeradas e submetidas a um jejum de oito horas. O abate dos
144 frangos selecionados foi realizado no Abatedouro do Instituto Federal sul-rio-
145 grandense, Campus Pelotas Visconde da Graça, conforme as normas técnicas
146 estabelecidas no Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de
147 Origem Animal (RIISPOA) e no Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e
148 Higiênico-Sanitária de Carne de Aves.

149 Os animais foram pesados individualmente na plataforma de abate,
150 anteriormente aos procedimentos de atordoamento, sangria, depenagem, e evisceração.
151 As carcaças, sem pés e vísceras comestíveis e gordura abdominal foram pesadas antes
152 do resfriamento em *chiller*. Em seguida, procedeu-se a extração do peito, pernas (coxa e
153 sobrecoxa), asa, coxinha da asa e dorso, permanecendo todas as partes com pele e osso.
154 As pernas, asa e coxinha da asa foram pesadas aos pares. O rendimento de carcaça foi
155 calculado em relação ao peso vivo antes do abate [%RC = (Peso Carcaça x 100)/Peso
156 Vivo] e o rendimento das partes (peito, coxa e sobrecoxa, dorso, patas, asa e coxinha da
157 asa, em função do peso da carcaça [%RP = (Peso Parte x 100)/Peso Carcaça]. Após a
158 pesagem dos cortes, os peitos foram embalados com pele, identificados e congelados
159 sob temperatura de -18°C. Para realização das análises de cor, teor de gordura e
160 TBARS, as amostras dos peitos foram descongeladas em refrigeração à 4°C por 24
161 horas.

162 A colorimetria foi realizada utilizando-se o colorímetro Minolta® CR- 310
163 (Minolta, Japão), de acordo com a metodologia descrita pela *Commission Internationale*
164 *d'Eclairage* (CIE, 1976), utilizando iluminante padrão D65 com ângulo de observação
165 de dois graus e placa de calibração (padronizada pelo fabricante, número 15233011).
166 Foram realizadas três medidas em três distintos pontos do músculo *Pectoralis major*,
167 obtendo-se, os valores médios de L* (luminosidade), a* (intensidade da cor vermelha) e
168 b* (intensidade da cor amarela).

169 Para realização da análise das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico
170 (TBARS), foi obtido primeiramente o teor de gordura de cada amostra. Posteriormente
171 amostras de um grama foram homogeneizadas com KCl 1,5%, centrifugadas à 3000G
172 por 10 minutos e o sobrenadante foi utilizado para determinação do TBARS, como
173 descrito por Buege & Aust (1978). Em resumo, as amostras foram incubadas à 100°C
174 por 15 minutos, em meio contendo ácido tricloroacético e ácido tiobarbitúrico, Após a
175 incubação, foi utilizado álcool butílico para extrair o produto da reação que
176 foi determinada em leitura em espectrofotômetro à 535nm.

177 Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram
178 comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância e para variável cor utilizou-se o
179 teste Duncan de comparação de médias a 5% de significância, através do programa SAS
180 for System Windows V8, 1999.

181 **Resultados e Discussão**

182 Os dados da Tab. 2 indicam que não há diferença significativa ($P>0,05$) para as
183 variáveis de peso pré-abate, carcaça, patas, coxa e sobrecoxa, dorso, peito e asa.

184 Observando os resultados, em todas as variáveis, verifica-se que o tratamento
185 3, embora não tenha sido significativamente diferente, apresenta valores superiores aos
186 demais tratamentos. Levando em consideração que o peito e a coxa e sobrecoxa são os
187 cortes nobres da carcaça, por apresentar maior porção de carne e também menor teor de
188 gordura no caso do peito e maior sabor e suculência no caso da coxa e sobrecoxa, os
189 valores encontrados são, 25,09g e 19,2 gramas respectivamente, superiores ao que o
190 grupo alimentado com o tratamento 1 que obteve os pesos mais próximos ao tratamento
191 3. Essa diferença de peso se for levada em consideração em um lote de 100.000 frangos
192 corresponde a 2509 Kg e 1920 kg de carne a mais a ser comercializada, o que representa
193 um valor comercial relevante para a indústria avícola.

194

195 Tabela 2: Pesos pré-abate, de carcaça e partes de frangos de corte alimentados com
 196 dietas contendo EconomasE e diferentes níveis de inclusão de vitamina E

Trat	PPA	Carcaça	Pata	Cxscx	Dorso	Peito	Asa	Cxasa
1	2571,55	2065,06	87,20	538,10	422,30	710,81	93,35	102,10
2	2499,35	2036,36	87,25	538,00	423,50	698,65	93,70	101,90
3	2586,50	2124,29	90,50	557,40	439,90	735,90	95,90	111,20
4	2490,20	2049,12	86,60	532,25	430,90	680,85	93,90	100,80
5	2426,15	1983,71	85,10	516,45	419,50	681,60	91,30	102,20
6	2500,15	2048,55	88,30	538,20	443,90	697,00	91,80	101,80
P	0,3131	0,5144	0,4073	0,3493	0,6716	0,4735	0,6259	0,2033

197 Trat : tratamento 1, 200 ppm de EcoE e 0 ppm VE; tratamento 2, 200 ppm de EcoE e 20 ppm de VE;
 198 tratamento 3, 200 ppm de EcoE e 40 ppm de VE; tratamento 4, 200 ppm de EcoE e 60 ppm de VE;
 199 tratamento 5, 200 ppm de EcoE e 80 ppm de VE; tratamento 6, 0 ppm de EcoE e 80 ppm de VE., PPA=
 200 peso vivo pré-abate (g), Cxscx = coxa e sobrecoxa (g), cxasa= coxinha da asa (g), carcaça= (g), pata= (g),
 201 Dorso= (g), Peito= (g), Asa= (g).

202 Observando a Tab. 3, verifica-se que também não houveram diferenças
 203 significativas entre os tratamentos. Os resultados obtidos por Souza et al., (2006), pois
 204 não verificaram diferenças significativas para nenhuma das variáveis de rendimentos,
 205 em seu estudo com diferentes níveis de inclusão de vitamina E na dieta de frangos.
 206 Entretanto Almeida (2008) avaliando a adição de diferentes níveis de ácido linoleico
 207 conjugado e vitamina E nas dietas de frangos de corte, encontrou diferença significativa
 208 entre os diferentes níveis de vitamina E para a variável perna.

209 Considerando que peito, coxa e sobrecoxa e o peso da carcaça são os cortes
 210 que possuem maiores valores comercial e preferência pelos consumidores, a
 211 suplementação na dieta com o uso do EconomasE[®] e o acréscimo de vitamina de 40ppm
 212 pode ser considerada favorável.
 213

214 Tabela 3: Rendimento de carcaça e corte de frangos alimentados com dietas contendo
 215 EconomasE e diferentes níveis de inclusão de vitamina E

Trat	Carcaça	Pata	Cxscx	Dorso	Peito	Asa	Cxasa
1	81,68	3,97	24,68	20,19	32,09	4,28	4,65
2	81,48	3,93	24,29	19,12	31,54	4,22	4,60
3	82,05	4,08	25,16	19,86	33,22	4,32	5,02
4	82,22	3,90	24,02	19,45	30,73	4,23	4,55
5	81,73	3,83	23,31	18,94	30,77	4,11	4,61
6	81,98	3,98	23,84	20,04	31,46	4,14	4,59
P	0,9082	0,382	0,2522	0,6519	0,4735	0,4904	0,1965

216 Trat: tratamento 1, 200 ppm de EcoE e 0 ppm VE; tratamento 2, 200 ppm de EcoE e 20 ppm de VE;
 217 tratamento 3, 200 ppm de EcoE e 40 ppm de VE; tratamento 4, 200 ppm de EcoE e 60 ppm de VE;
 218 tratamento 5, 200 ppm de EcoE e 80 ppm de VE; tratamento 6, 0 ppm de EcoE e 80 ppm de VE., Carcaça
 219 (%), Pata (%), Cxscx = coxa e cobrecoxa (%), Dorso (%), Peito (%), Asa (%), cxasa= coxinha da asa
 220 (%).

221 Segundo a Tab. 4, verifica-se que houve diferenças significativas para todas as
 222 variáveis de cor da carne. Observando a variável de luminosidade (L), tem-se que os
 223 tratamentos 1 e 5 obtiveram os menores valores indicando que os grupos suplementados
 224 com 200ppm de EconomasE[®] sem adição de vitamina E, e 200ppm de EconomasE[®] e
 225 80ppm de vitamina E tiveram uma menor tendência de ocorrência de carne PSE (*Pale,*
 226 *Soft, Exudative*) com relação aos tratamentos 2 e 6 (L > 58). De acordo com Barbut
 227 (1998), o fenômeno PSE em frangos pode ser detectado pela combinação dos valores de
 228 pH menores que 5,8 e L maiores que 52, aferidos 24 horas após o abate.

229 Na variável a* (intensidade de vermelho) os grupos de frangos de corte que
 230 mais tenderam a coloração vermelha da carne foram os alimentados com os tratamentos
 231 1 e 5, afirmando que o EconomasE[®] agiu como um bom antioxidante evitando a reação
 232 de oxidação da mioglobina, mantendo-a com a tonalidade vermelha, que é a apreciada
 233 pelo consumidor.

234 Com relação a variável b* (intensidade de amarelo), o tratamento que mais
 235 atuou como antioxidante foi o controle, sendo que os tratamentos 2 e 4 também se
 236 aproximaram do resultado encontrado.

237 Os resultados do presente estudo diferem dos encontrados por Leonel, et. al.
 238 (2007), que trabalhando com suplementação de vitamina E em dietas de frangos de
 239 diferentes idades, não encontraram diferenças significativas para as variáveis L*, a* e

240 b*. Isto também afirma a atuação tanto do EconomasE[®] como da vitamina E como
241 potentes antioxidantes.

242 Tabela 4: Colorimetria da carne de peito de frangos de corte suplementados com dietas
243 contendo EconomasE e diferentes níveis de inclusão de vitamina E

Tratamentos	L	a*	b*
1	54,61 ^b	14,87 ^{ab}	11,77 ^b
2	58,13 ^a	12,84 ^c	12,56 ^{ab}
3	56,12 ^{ab}	13,09 ^c	12,1 ^b
4	55,63 ^{ab}	13,39 ^{bc}	12,49 ^{ab}
5	54,18 ^b	15,06 ^a	11,49 ^b
6	58,10 ^a	13,38 ^{bc}	14,13 ^a
P	0,0112	0,0204	0,0572

244 Médias nas colunas com letras diferentes diferem-se entre si pelo teste de Duncan 5% significância.
245 Tratamentos : tratamento 1, 200 ppm de EcoE e 0 ppm VE; tratamento 2, 200 ppm de EcoE e 20 ppm de
246 VE; tratamento 3, 200 ppm de EcoE e 40 ppm de VE; tratamento 4, 200 ppm de EcoE e 60 ppm de VE;
247 tratamento 5, 200 ppm de EcoE e 80 ppm de VE; tratamento 6, 0 ppm de EcoE e 80 ppm de VE.,
248 L=Luminosidade (0=preto e 100=branco); a* = tonalidade de vermelho (+ tende a vermelho e - tende a
249 verde); b*= tonalidade de amarelo (+ tende a amarelo e - tende a azul).

250
251 De acordo com a Tab. 5, somente a variável malonaldeído (MDA), que mede o índice
252 de peroxidação lipídica na carne, teve diferença significativa entre os tratamentos. Pode-
253 se observar que o grupo suplementado com o tratamento 5, foi o que obteve menor
254 índice de peroxidação lipídica. Porém com exceção do tratamento 3, onde verificou-se o
255 maior valor de MDA, todos os outros tratamentos foram considerados semelhantes ao
256 tratamento 5 (200ppm de combinação de antioxidantes e 80ppm de vitamina E) pelo
257 teste de Tukey, podendo-se afirmar que a combinação de antioxidantes com níveis
258 mínimos e máximos de vitamina atuaram na prevenção da oxidação dos lipídios.

259 Verificando as variáveis de teor de gordura e TBARS, mesmo não obtendo
260 valores significativos ($P>0,05$), observa-se que o grupo com o menor índice de
261 peroxidação lipídica, foi o que tinha maior teor de gordura e menor quantidade de
262 substâncias reativas ao ácido tiorbarbitúrico, afirmando a grande atuação do
263 EconomasE[®] e vitamina E como potentes antioxidantes. Valores semelhantes também
264 foram observados para o grupo suplementado com o controle.

265 Mercier et al. (1998) também obtiveram melhores resultados, ou seja, menor
266 oxidação, com a utilização de 300, 400 e até 600mg de vitamina E/kg de ração, na dieta
267 de perus. Nos resultados encontrados no presente trabalho é possível afirmar que com a

268 inclusão de menores níveis de vitamina E juntamente com outros antioxidantes, é
 269 possível reduzir o índice de peroxidação lipídica da carne, não sendo portanto
 270 necessária a inclusão de altos níveis desta vitamina, evitando assim o encarecimento das
 271 rações.

272 Souza et. al. (2006), trabalhando com diferentes níveis de inclusão de vitamina
 273 E na dieta, também não encontraram valores significativos para TBARS no período
 274 *Post-mortem*, observando maior atuação da vitamina E na redução da peroxidação
 275 lipídica, somente na segunda verificação aos cinco dias de armazenamento da carne, no
 276 qual verificaram que a inclusão de 200mg/kg de ração foi o grupo que obteve menor
 277 índice de peroxidação.

278 Valores semelhantes foram encontrados por Almeida (2008), ao avaliar o
 279 TBARS aos zero dias de armazenamento (24 horas pós abate), em estudo envolvendo a
 280 adição de diferentes níveis de CLA e vitamina E em dietas para frangos de corte.

281 Tabela 5: Índice de peroxidação lipídica da carne de frangos de corte suplementados
 282 contendo EconomasE e diferentes níveis de inclusão de vitamina E

Tratamentos	TG (g)	TBARS	MDA
1	17,89	0,409	1,776 ^{ab}
2	16,77	0,318	1,869 ^{ab}
3	18,15	0,484	2,004 ^a
4	16,24	0,243	1,672 ^{ab}
5	21,85	0,240	1,163 ^b
6	17,30	0,246	1,424 ^{ab}
P	0,1197	0,1939	0,0426

283 Médias nas colunas com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey 5% significância.
 284 Tratamentos: Trat : tratamento 1, 200 ppm de EcoE e 0 ppm VE; tratamento 2, 200 ppm de EcoE e 20
 285 ppm de VE; tratamento 3, 200 ppm de EcoE e 40 ppm de VE; tratamento 4, 200 ppm de EcoE e 60 ppm
 286 de VE; tratamento 5, 200 ppm de EcoE e 80 ppm de VE; tratamento 6, 0 ppm de EcoE e 80 ppm de
 287 VE.,TG = Teor de gordura, TBARS = substâncias reagentes ao ácido tiobarbitúrico (mg/Kg de carne),
 288 MDA= malonaldeído (mg de MDA/100 gramas de gordura)

289

Conclusão

291 O EconomasE[®] melhorou o rendimento de carcaça e cortes, cor e índice de
 292 peroxidação lipídica da carne.

293

Agradecimentos

294 Empresa Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda, pelo financiamento do projeto,
 295 ao Instituto Federal Sul-rio-grandense, Campus Pelotas “Visconde da Graça” por ceder

296 as instalações e equipamentos para realização do experimento e ao CNPq pela
 297 concessão da bolsa de estudos.

298 **Referências**

- 299 ALMEIDA, Érika Geórgia. *Ácido linoleico conjugado e vitamina E para frangos de*
 300 *corte*.2008. 93f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de
 301 Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga.
- 302 BARBUT, S. Estimating the magnitude of the PSE problem in poultry. *Journal of*
 303 *Muscle Foods*, v.9, p.35-49, 1998.
- 304 BUEGE, J. A.; AUST, S. D. Microsomal lipid peroxidation. *Methods in Enzimology*,
 305 v.52, p.302-309, 1978.
- 306 CASTERA-ROSSIGNOL, A.; BOSQUE, F. *OCL* .v.1, p. 131.1994.
- 307 COMMISSION INTERNATIONALE DE ECLAIRAGE – CIE. *Colorimetry*. 2 ed.
 308 Viena, 1976. (CIE Publications, 15.2).
- 309 DE WINNIE, A.; DIRINCK, P. Studies on vitamin E and meat quality. 2. Effect of
 310 feeding high vitamin E levels on chicken meat quality. *Journal of Agriculture and Food*
 311 *Chemistry*, v.44, p.1691-1696, 1996.
- 312 GAYA, L.G.; MOURAO, G.B.; FERRAZ, J.B.S. Aspectos genético-quantitativos de
 313 características de desempenho, carcaça e composição corporal em frangos. *Ciência*
 314 *Rural*, v.36, n.2, p.709-711, 2006.
- 315 LEESON, S. 2007. Vitamin requirements: Is there a basis for re-evaluating dietary
 316 specifications? *World's Poultry Science Journal*. 63:255–266.
- 317 LEONEL, F.R.; OBA, A.; PELICANO, E.R.L.; ZEOLA, N.M.B.L.; BOIAGO, M.M.;
 318 SCATOLINI, A.M.; LIMA, T.M.A.; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A. Performance,
 319 Carcass Yield, and Qualitative Characteristics of Breast and Leg Muscles of Broilers
 320 Fed Diets Supplemented with Vitamin E at Different Ages. *Brazilian Journal of Poultry*
 321 *Science*, v.9, n.2, p. 91 – 97, Apr – Jun, 2007.
- 322 MENDES, A.A.; SALDANHA, E.S.P.B. A cadeia produtiva da carne de aves no Brasil.
 323 In: MENDES, A.A.; NÄÄS, I.A.; MACARI, M. *Produção de frangos de corte*.
 324 Campinas: FACTA, 2004. p.13-16.
- 325 MERCIER, Y.; GATELLIER, P.; VIAU, M.; REMIGNON, H.; RENERRE, M. Effect
 326 of dietary fat and vitamin E on color and stability on lipid protein oxidation in turkey
 327 meat during storage. *Meat Science*, v.48, p. 301-318, 1998.
- 328 NAM, K.T.; LEE, H.A.; MIN, B.S.; KANG, C.W. Influence of dietary supplementation
 329 with linseed and vitamin E on fatty acids, α tocopherol and lipid peroxidation in
 330 muscles of broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology*, v.66, p.149-158, 1997.
- 331 NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirement of Poultry*. 9.ed.
 332 Washington, OC: National Academy of Sciences, 1994, 80p.
- 333 OLIVO, R. & SHIMOKOMAKI, M. *Carnes no caminho da pesquisa*. Cocal do sul,
 334 2001, 155p.

- 335 SANTE, V.S.; LACOURT, A. The effect of dietary α -tocopherol supplementation and
336 antioxidant spraying on color stability and lipid oxidation of turkey meat. *Journal of the*
337 *Science of Food and Agriculture*, v.65, p.503-507, 1994.
- 338 SAS – *Statistical Analysis System*. Versão 8. 1999.
- 339 SOUZA, P. A.; SOUZA, H. B. A.; PELICANO, E. R. L.; GARDINI, C. H. C.; OBA,
340 A.; LIMA, T. M. A. Efeito da suplementação de vitamina E no desempenho e na
341 qualidade da carne de frangos de corte. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, v.
342 101, p. 87-94, 2006.
- 343 TRABER, M. G. & PACKER, L. Vitamin E: beyond antioxidant function. *American*
344 *Journal of Clinical Nutrition*. v.62, p.1501–1509, 1995.
- 345 XIAO, R.; POWER, R. F.; MALLONEE, D.; CROWDUS, C.; BRENNAN, K. M.; AO,
346 T.; PIERCE, J. L.; DAWSON, K. A. A comparative transcriptomic study of vitamin E
347 and an algae-based antioxidant as antioxidative agents: Investigation of replacing
348 vitamin E with the algae-based antioxidant in broiler diets. *Poultry Science*, v.90, p.136-
349 146, 2011.
- 350

7 CONCLUSÕES

A suplementação de EconomasE[®] em quaisquer níveis de inclusão da vitamina E é recomendada nas dietas, não afetando o desempenho dos frangos de corte.

O EconomasE[®] melhorou o rendimento de carcaça e cortes, cor e índice de peroxidação lipídica da carne.

8 REFERÊNCIAS

- ANDERSON, D. Antioxidant defences against reactive oxygen species causing genetic and other damage. **Mutation Research**, Amsterdam, v.350, n.1, p.103-108, 1996.
- ANDRIGUETTO, J.M. **Nutrição animal**. 4.ed. São Paulo: Nobel, 1981. v.1, p.396.
- ARAUJO, J.A.; SILVA, J.H.V.; AMANCIO, A.L.L.; LIMA, M. R.; LIMA, C.B. Uso de aditivos na alimentação de aves. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.1, n.3, p.69-77, 2007.
- AVICULTURA INDUSTRIAL. Produção de carne de frango no Brasil Cresce 10% em 2010. Disponível em: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/PortalGessulli/WebSite/Noticias/bproducaobbdebb-bcarneb-de-bfrangob-no-brasil-cresce-10-em-b2010b,20101213132401_R_081.aspx>. acesso em: 17 dez. 2010.
- BARROETA, A.C. et al. **Óptima nutrición vitamínica de los animales para la producción de alimentos de calidad**. Barcelona: Pulso ediciones, 2002, 208p.
- BARROETA, A.C. Nutritive value of poultry meat: relationship between vitamin E and PUFA. **World's Poultry Science Journal**, v. 63, p.267-284, 2007.
- BECKMAN, K.B. and AMES, B.N. The free theory of aging matures. **Physiology. Revist.** n.78, v.2, p.547-581, 1998.
- BENDER, David A. **Nutritional Biochemistry of the Vitamins**. Cambridge University Press. Cambridge, New-York. 1992. p. 431.
- BERSET, C.; CUVELIER, M.E. Methods of estimating the degree of lipid oxidation and of measuring antioxidizing power. **Science des Aliments**, v.16, p. 219-245, 1996.
- BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição [on line]**, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.
- BLUM. J.C. **Alimentação dos animais monogástricos: suínos, coelhos e aves**. 2. ed. São Paulo: Roca, 1999. 245p.
- BOU, R. et al. Influence of dietary fat source, alpha-tocopherol, and ascorbic acid supplementation on sensory quality of chicken meat. **Poultry Science**, v.80, p.800-807, 2001.
- CAHYANA AH, SHUTO Y, KINOSHITA Y. Pyropheophytin a as an antioxidative substance from the marine alga, arame (*Eisenia bicyclis*). **Bioscience Biotechnology Biochemistry**, v.56, p.1533-1535, 1992.

- CAHYANA, A. H.; SHUTO, Y.; KINOSHITA, Y. Antioxidative activity of porphyrin derivatives. **Bioscience Biotechnology Biochemistry**, v.57, n.4, p.680-681, 1993.
- CARVALHO, D. C. O. **Valor nutritivo do milho para aves, submetido a diferentes temperaturas de secagem e tempo de armazenamento**. 2002. 78f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.
- CASTERA-ROSSIGNOL, A.; BOSQUE, F. **OCL** .v.1, p. 131.1994.
- CHARMLEY, et.al. Plasma and hepatic α -tocoferol in cattle following oral or intramuscular supplementation. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.749-753, 1992.
- COELHO, T. H.; MOREIRA, A. L.. **Fisiologia das membranas celulares**, Aula teórico-prática. Texto de Apoio. Faculdade de Medicina da Universidade do Porto. 2001, 29p.
- COLLET, S.R. Strategies for improving gut health in commercial broiler operations. In: **Nutritional and Biotechnology in the feed and food Industries**. Proceedings of the 21st Annual Symposium. Nottingham University Press, Nottingham, UK p. 17-29. 2005.
- DeVORE, V. R.; COLNAGO, G. L.; JENSEN, L. S. et. al. Thiobarbituric acid values and glutathione peroxidase activity in meat from chickens fed a selenium-supplemented diet. **Journal of Food Science**, v.48, p. 300-301, 1983.
- DUMONT, E.; PETIT, E.; NOUVELOT, A.; TARRADE, A. Free Radicals, lipids and protein degradation. **Free radical biology & medicine**, vol.13, p. 13-18, 1992.
- FISCH, K.M.; BÖHM, V.; WRIGHT, A.D. et. al. Antioxidative meroterpenoids from the brown alga *Cystoseira crinita*. **Journal of Natural Products**, v.66, p.968-975, 2003.
- FRANKEL, E. N. et. al. Interfacial phenomena in the evaluation of antioxidants: bulk oils versus emulsions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.42, p. 1054-1059, 1994.
- FUJIMOTO, K.; KANEDA, T. Screening test for antioxigenic compounds from marine algae and fraction from *Eisenia bicyclis* and *Undaria pinnatifida*. **Bull Japan Society Science Fisheries**, v.46, p.1125-1130, 1980.
- GAYA, L.G.; MOURAO, G.B.; FERRAZ, J.B.S. Aspectos genético-quantitativos de características de desempenho, carcaça e composição corporal em frangos. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.709-716, 2006.
- HALLIWELL, B., AESCHBACH, R., LÖLINGER, J. et. al. The characterization on antioxidants. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v.33, n.7, p.601-617, 1995.
- HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. C. **Free radicals in biology and medicine**. 3.ed.Oxford, New York, 2000.
- JENSEN, L.S. Fat soluble vitamin problems in biochemical diagnosis. Athens, Ga.: **University of Georgia (Georgia Nutr Conf)**. p.14, 1974.
- LE TUTOUR, B.; BENSLIMANE, F.; GOULEAU, M.P.; GOUYGOU, J.P.; SALDAN, B.; QUEMENEUR, F. Antioxidative activities of algae extracts, synergistic effect with vitamin E. **Phytochemistry**, v.29, p. 3759-3765, 1990.

- LEESON,S.; SUMMERS, J.D. Some nutritional implications of leg problems with poultry. **Brazilian Journal of Veterinary**, v.144, p.81, 1988.
- MATSUKAWA, R.; DUBINSKY, Z.; KISHIMOTO, E. et. al. A comparison of screening methods for antioxidant activity in seaweeds. **Journal Applied Phycology**, v. 9, p. 29-35, 1997.
- MAYNARD, L.A. et. al. **Animal Nutrition**. 7^oedition, McGraw-Hill, New York, 1979.
- McDONALD, P.; EDWARDS R.A.; GREENHALGH, J.F.D. et al. **Animal nutrition**. 6th ed. Pearson: Edinburgh, 2002. 693p.
- McDOWELL, L.R., **Vitamin in animal and human nutrition**. 2 ed., Iowa State University press, 2000, 155p.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirement of Poultry**. 9.ed. Washington, OC: National Academy of Sciences, 1994, 80p.
- MONAHAN, F.J.; et. al., Effect of dietary lipid and vitamin E supplementation on free radical production and lipid oxidation in porcine microsomal fractions. **Food Chemistry**, v.46, p. 1-6, 1993.
- MOREIRA, J.; SANTOS, C.D.; ABREU, C.M.P.; BERTECHINI et. al. Efeito de fonte e níveis de selenio na atividade enzimática da glutatona peroxidase e no desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.3, p.645-649, 2001.
- MORRISEY, P. A. et. al. Vitamin E and meat quality. **Proceedings on the Nutrition Society**, v.53, p.289-295, 1994.
- NIKI, E.; MATSUO, M. Rates and products of reactions of vitamin E with oxygen radicals. In: **Vitamin E in Health and disease**, Edited by Parcker, L. and Fuchs, J., Marcel Dekker, Inc. New York and Basel, 1993, p. 121-130. **Nutrient requirements of poultry**. Ninth Revised Edition. National Academy Press. Washington, D. C. 1994.
- ORTOLANI, E.L. Macro e microelementos. In: SPINOSA, H.S.; GÓRNIK, S.L.; BERNARDI, M.M. **Farmacologia aplicada à Medicina Veterinária**, 2002. p.641-651.
- PACKER, L. & KAGAN, V. E. Vitamin E: The antioxidant harvesting center of membranes and lipoproteins. In: **Vitamin E in Health and Disease**. Editado por Parcker, L. and Fuchs, J., Marcel Dekker, Inc., New York and Basel, 1993, p.179-192.
- PASSOTO, A. J.; PENTEADO, M. V. C.; MANCINI-FILHO,J. Atividade antioxidante do b-caroteno e da vitamina A: Estudo comparativo com antioxidante sintético. **Revista Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v.18, n.1, jan/abr, 1998.
- PAYNE, R.L.; LAVERGNE, T.K.; SOUTHERN, L.L. Effect of Inorganic Versus Organic Selenium on Hen Production and Egg Selenium Concentration. **Poultry Science**, v.84, p.232–237. 2005.
- PERIC, L.; MILOSEVICK, N.; ZIKIC, D. et. al. Effect of selenium sources on performance and meat characteristics of broiler chickens. **J. Appl. Poult. Res**, v.18, p.403–409, 2009.

- PIERCE, J. L., AO, T.; POWER, R. F.; DAWSON, K. A. et. al. Investigation of replacing vitamin E with EconomasE in broiler diet. **Poultry Science** **87(Suppl.1):97. (Abstr.)**, 2009.
- RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v.29, n.4, p.755-760, 2006.
- RAMARATHNAM, N.; OSAWA, T.; OCHI, H.; KAWAKISHI, S. The contribution of plant food antioxidants to human health. **Trends Food Science Technology**, v.6, p.75-82, 1995.
- ROCHA, J. Antioxidantes e suas funcionalidades. Boletim técnico. **Kemin do Brasil**, s.d., 3p.
- ROZENBERG, I.M.: **Química Geral**, Edgard Blücher LTDA; 1º ed. São Paulo, 2002.
- SAGER, M. Selenium in agriculture, food, and nutrition. **Pure Applied Chemistry**, v.78, n.1, p.111–133. 2006.
- SAS – **Statistical Analysis System**. Versão 8. 1999.
- SEIXAS, T. G.: Selênio Total em tecidos de quatro diferentes organismos marinhos da Baía de Guanabara, RJ, Brasil. **Dissertação de mestrado**. Rio de Janeiro- PUC-RIO. Departamento de Química, 2004.
- SELL, J. et al. Influence of dietary supplementation with vitamin E and Ascorbic Acid on vitamin E status of poultry. **Poultry Science**, v.73, s.1, p.13, 1994.
- SEPE, S. M. and CLARK, R. A. Oxidant membrane injury by the neutrophil myeloperoxidase system. II. Injury by stimulated neutrophils and protection by lipid-soluble antioxidants. **Journal of Immunology**, n.134, p.1896-1901, 1985.
- SILVA, F.A.M.; BORGES, M.F.M.; FERREIRA M.A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, v. 22, p. 94-103, 1999.
- SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.15, n.1, Jan, 2002.
- SURAI, P.F. **Natural Antioxidants in avian Nutrition and reproduction**. Nottingham, UNIVERSITY PRESS. 2002, 615p.
- SURAI, P.F. Selenium in poultry nutrition 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. **World's Poultry Science Journal**, v.58, p.333–347. 2006.
- TOLEDO, G.S.. KLOECKNER, P., LOPES, J. et. al. Níveis das vitaminas A e E em dietas de frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, p.624-629, 2006.
- UNDERWOOD, E.J. **The mineral nutrition of livestock**. 3.ed.Wallingford: CABI, 1999. 614p.
- VANDER, A. J., SHERMAN, J. H.; LUCIANO, D. S. 1990. Human Physiology. The mechanisms of body function. McGraw-Hill Publishing Company. 3rd Ed. New York.
- XIAO, R.; POWER, R. F.; MALLONEE, D. et. al. A comparative transcriptomic study of vitamin E and an algae-based antioxidant as antioxidative agents: Investigation of

replacing vitamin E with the algae-based antioxidant in broiler diets. **Poultry Science**, v.90, p.136-146, 2011.

WANG, X.; QUINN, P. J. Vitamin E and its function in membranes. **Progress in Lipid Research**, v. 38, p.309-336, 1999.

WHITEHEAD, C.C.; PORTSMOUTH, J. I. Vitamin requirements and allowances for poultry. **In: Recent Advances in Animal Nutrition**, Editado por Haresingn, W. and Cole, D.J.A., Londres, Butterworths, 1989, p.35-86.

YU, T-W.; ANDERSON, D. Reactive oxygen species-induced DNA damage and its modification: a chemical investigation. **Mutation Research**, Amsterdam, v.379, n.2, p.201-210, 1997.