

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

DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARÇA E QUALIDADE DA
CARNE DE FRANGOS SUPLEMENTADOS COM ÓLEO DE SOJA E
ANTIOXIDANTES

NARA LAIANE CASAGRANDE DELBEM

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

Botucatu - SP
Janeiro – 2014

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

DESEMPENHO, RENDIMENTO DE CARÇA E QUALIDADE DA
CARNE DE FRANGOS SUPLEMENTADOS COM ÓLEO DE SOJA E
ANTIOXIDANTES

NARA LAIANE CASAGRANDE DELBEM
Zootecnista

Orientador: Dr. Roberto de Oliveira Roça
Co-orientadora: Dr^a. Ana Beatriz Garcia
Faitarone

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

Botucatu - SP
Janeiro – 2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

C334d Delbem, Nara Laiane Casagrande, 1987-
Desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne de frangos suplementados com óleo de soja e antioxidantes / Nara Laiane Casagrande Delbem. - Botucatu : [s.n.], 2014
iii, 52 f. : tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2014

Orientador: Roberto de Oliveira Roça

Coorientador: Ana Beatriz Garcia Faitarone

Inclui bibliografia

1. Frango de corte - Alimentação e rações. 2. Carne - Qualidade. 3. Ácidos graxos. 4. Vitamina E. 5. Antioxidantes. I. Roça, Roberto de Oliveira. II. Faitarone, Ana Beatriz Garcia. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

Dedico...

A Deus, Pai e Senhor, que me deu a vida e capacita a vivê-la dia após dia. Dele vem o que há de bom em mim.

À minha família, responsável por grande parte do que sou hoje. Mamãe, Fátima Maria Casagrande, meu maior exemplo, apoio e incentivo, mesmo tão longe. Irmã, Ana Cláudia Casagrande Delbem, minha pequena companheira, parte do meu coração. Papai, Claudemir Delbem *“in memorian”*, gostaria muito de poder dividir com você esse momento. Amo vocês!

A todos os amigos que Deus me deu de presente, que não tem desistido de me amar e tem dividido comigo ‘pedacinhos de vida’.

Agradecimentos

Palavras não são suficientes para traduzir a importância de tudo que envolve a realização desse trabalho e a conclusão de mais uma etapa. Mas é a forma que tenho para deixar registrada a minha gratidão.

A Deus, por me guardar, conduzir e abençoar, sempre me surpreendendo de forma especial.

À minha família, apesar de grandes distâncias sempre um porto seguro. Obrigada pelo amor, cuidado e incentivo.

Ao Prof. Roberto Roça pela oportunidade, orientação, paciência e cuidado.

À co-orientadora Ana Beatriz Garcia Faitarone pela idealização do projeto, confiança, parceria e pela amizade. Não seria possível sem você.

Aos companheiros de departamento Ernani Nery de Andrade, Quézia Pereira Borges da Costa, Lúcio Vilela Carneiro Girão, Aurélia Pereira de Araújo, Natália Bortoleto Athayde, Julianna Zilocchi Miguel, Carolina Toledo Santos, Caio Zuim e Guilherme Sicca Lopes Sampaio pela convivência, amizade, apoio, risadas.

- Carol, a pós-graduação estreitou nossos laços, já são 8 anos de convivência, que venham outros, obrigada por tudo! Você é boa pra mim! (risos)

- Giu e Naty, tenho carinho e grande admiração por vocês. Sentirei sempre saudades.

Às companheiras de pós-graduação Fabiana Golin Luiggi, Cristiane Sanfelice e Ana Cristina Stadiotti, valeu a parceria, análises e conversas.

Aos estagiários sempre disponíveis e que sempre ajudaram tanto.

Aos amigos de Cuiabá que torcem por mim, mesmo distantes há tanto tempo já.

Aos amigos e grande família que tenho aqui em Botucatu, eu realmente não imaginava o que me esperava nessa cidade. Vocês deram sentido aos meus anos nessa cidade, seria injusta ao citar nomes, pois não caberiam todos.

Ao casal, Neilson e Meire Cassimiro da Silva, vocês terão sempre meu amor, carinho e gratidão.

À 'família da rep' Cláudia Melo, Ulisses Melo de Souza e Débora Nunes de Campos Martins, obrigada pela convivência, paciência e amor.

À UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e FMVZ – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, seus docentes e equipe de funcionários por toda infraestrutura que proporcionaram minha formação acadêmica. Assim com a Pós-graduação em Zootecnia e sua competente equipe que permitiu a continuidade dessa formação.

Aos funcionários do departamento de Sociologia, Economia e Tecnologia Agroindustrial da FCA – Faculdade de Ciências Agrônômicas pelo apoio e auxílio nos trabalhos.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP – pelo Auxílio à Pesquisa.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de mestrado.

Aos professores presentes nas bancas de qualificação e defesa desse trabalho pela disposição, dedicação e sugestões de melhoria.

E a todos aqueles mais que contribuíram para a concretização dessa etapa.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1.....	4
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	5
1. Introdução.....	5
2. Óleo de soja.....	6
3. Antioxidantes.....	7
4. Desempenho e rendimento de carcaça.....	8
5. Carne de frango.....	10
6. Objetivos.....	10
7. Referências.....	11
 CAPÍTULO 2.....	 17
DESEMPENHO E RENDIMENTO DE CARCAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM ÓLEO DE SOJA E ANTIOXIDANTES	
Resumo.....	18
Abstract.....	19
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	21
Local, animais e manejo.....	21
Arraçamento.....	22
Avaliações de desempenho e rendimento de carcaça.....	23
Análises da carne.....	23
Análise Estatística.....	26
Resultados e Discussão.....	26
Conclusão.....	33
Referências Bibliográficas.....	33
 CAPÍTULO 3.....	 51
Implicações.....	52

Lista de Tabelas

	Página
Tabela 1 - Composição percentual das rações experimentais das fases pré-inicial e inicial.....	38
Tabela 2 - Composição percentual das rações experimentais das fases crescimento e final.....	39
Tabela 3 - Composição nutricional calculada das rações experimentais das fases pré-inicial e inicial.....	40
Tabela 4 – Composição nutricional calculada das rações experimentais das fases crescimento e final.....	41
Tabela 5 - Método de escala não estruturada e estruturada para os parâmetros utilizados na análise sensorial da carne de frango.....	42
Tabela 6 – Desempenho produtivo aos 21 e 42 dias de frangos de corte alimentados com rações suplementadas com óleo de soja e antioxidantes.....	43
Tabela 7 – Rendimento de carcaça e partes de frangos de corte alimentados com rações suplementadas com óleo de soja e antioxidantes.....	44
Tabela 8 – Médias obtidas para pH, perda de água por exsudação (PPE), força de cisalhamento (FC) e perda de água por cocção (PPC) de peitos de frangos alimentados com rações suplementadas com óleo de soja e antioxidantes.....	45
Tabela 9 – Valores médios obtidos com avaliação instrumental (CIELAB)	

da cor de peitos de frangos alimentados com rações suplementadas com óleo de soja e antioxidantes.....	46
--	----

Tabela 10 – Composição química da carne de peitos de frangos alimentados com rações suplementadas com óleo de soja e antioxidantes.....	47
--	----

Tabela 11 – Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) (mg MDA/kg) da carne do peito, coxa e da gordura abdominal de frangos alimentados com rações suplementadas com óleo de soja e antioxidantes.....	48
--	----

Tabela 12 – Perfil de ácidos graxos da carne de peito de frangos alimentados com rações suplementadas com óleo de soja e antioxidantes.....	49
--	----

Tabela 13 – Valores médios dos atributos sensoriais de peitos de frangos de corte alimentados com rações suplementadas com óleo de soja e antioxidantes.....	50
---	----

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. Introdução

O Brasil ocupa posição de maior exportador e terceiro produtor de carne de frango no mundo, sendo que a região sul concentra a maior parte da produção e exportações. Essa posição faz da avicultura uma importante atividade econômica no país com destaque internacional, mesmo com quase 70% da produção destinada ao mercado interno. O consumo de carne de frango no Brasil já superou o de carne bovina, chegando a 45 kg per capita em 2012 (UBABEF, 2013). A carne de frango é fonte de proteína de alto valor biológico e tem baixo nível calórico que favorece o crescimento do consumo e impulsiona a criação de frangos de corte (BRANDÃO, 2008).

O crescimento da avicultura e do consumo da carne de frango relacionam-se com o avanço da tecnologia, maior disponibilidade de informações e maior quantidade de pesquisas que promovem transformações comportamentais e conceituais nos consumidores. A procura por novos hábitos buscando maior longevidade e vida saudável têm se tornado mais frequente, e também a prevenção e o tratamento de doenças provocadas e/ou agravadas por maus hábitos alimentares como, por exemplo, diabetes e hipercolesterolemia (PITA, 2007).

A utilização de óleos vegetais e gorduras animais podem ser consideradas um avanço da nutrição e tem sido prática constante com objetivo de atingir o balanceamento energético adequado para atender à alta exigência nutricional de frangos de corte (BRAGA e BAIÃO, 2001; MURAKAMI et al., 2010).

Óleos e gorduras possuem mais energia em comparação aos carboidratos e por isso são importantes para formulação de rações com elevada densidade energética e baixo custo por unidade de energia, e o óleo de soja tem sido a alternativa mais utilizada para atender essa exigência (SANZ et al., 2000; ALMEIDA, 2007). Além disso, os óleos vegetais podem proporcionar efeito benéfico no desempenho das aves, com melhoria na taxa de crescimento, na eficiência de absorção de ingredientes, carotenóides, na palatabilidade e conversão alimentar. Outras vantagens são a diminuição da pulverulência da ração, redução na perda de nutrientes, redução do incremento calórico e fornecimento de ácidos graxos essenciais (MORITA, 1992; BRAGA e BAIÃO, 2001; JUNQUEIRA et al., 2005).

Pesquisas demonstram a possibilidade de modificar o perfil lipídico da carne de frango com a suplementação de óleos ricos em ácidos graxos poliinsaturados na ração (LÓPEZ-FERRER et al., 1999, 2001a, 2001b; MURAKAMI et al., 2010). Mas devido ao aumento da quantidade de ácidos graxos insaturados na carne esta se torna mais susceptível à oxidação. A oxidação lipídica da carne causa prejuízos a sua qualidade e leva à formação de compostos que alteram suas características sensoriais, produzindo odores e sabores desagradáveis, além de diminuir seu valor nutricional (BOU et al., 2001; BARROETA, 2007).

Todavia, esse problema pode ser contornado com o emprego nas rações de substâncias que retardam a deterioração lipídica, os chamados antioxidantes. Esses podem ser naturais ou sintéticos e se transferem à fração gordurosa da carne aumentando a sua estabilidade oxidativa e sua qualidade sensorial, além de enriquecer o alimento com vitamina E, no caso do α -tocoferol (CORTINAS et al., 2005; PITA et al., 2006).

2. Óleo de Soja

O óleo de soja é produzido em grande volume no mundo, utilizado para alimentação humana e o mais disponível para a alimentação animal. O mesmo tem sido empregado na composição das rações de frangos de corte e apresenta composição rica em ácidos graxos poliinsaturados, sendo que 51 a 54% correspondem ao ácido linoleico, série ω -6 e 7 a 8% em ácido linolênico, série ω -3 (HARTMAN, 1982).

Os ácidos linoleico e α -linolênico não são sintetizados pelos animais, incluindo o homem, por serem necessários para a saúde são considerados essenciais e precisam ser ingeridos na dieta. São precursores de ácidos graxos poliinsaturados de cadeia mais longa, por exemplo, ácido araquidônico (AA) e ácido eicosapentaenoico (EPA), respectivamente. Esses ácidos graxos estão envolvidos em diferentes e importantes funções no organismo como produção de hemoglobina, transmissão de impulsos nervosos e divisão celular (YEHUDA et al., 2002).

Os ácidos graxos poliinsaturados da série ω -6 são mais encontrados nos triglicérides de reserva, o ácido linoleico (ω -6) e o ácido araquidônico têm papel importante na integridade da hipófise e no transporte das vitaminas lipossolúveis; o ácido araquidônico apresenta-se abundante no tecido nervoso. Os ácidos graxos da série

ω -3 predominam nos fosfolipídios das membranas celulares podendo alterar sua permeabilidade e flexibilidade (LINKO e HAYAKAWA, 1996). As duas séries modulam o metabolismo e o transporte do colesterol, formando parte das lipoproteínas a ele associadas.

3. Antioxidantes

Antioxidante é definido como alguma substância que presente em baixas concentrações previne significativamente ou atrasa a oxidação de substratos susceptíveis. Seus principais mecanismos de ação incluem captadores de radicais e supressores de estados excitados; sistemas catalíticos que neutralizam ou eliminam espécies reativas de oxigênio e nitrogênio, e a ligação de íons metálicos a proteínas, o que os deixa indisponíveis para a produção de espécies oxidantes (CERQUEIRA et al., 2007).

O butil-hidroxi-tolueno (BHT) é um antioxidante sintético comumente utilizado em rações e premixes. Tem estrutura fenólica, que permite a doação de um próton a um radical livre regenerando a molécula lipídica e interrompendo o mecanismo de oxidação por radicais livres (RAMALHO e JORGE, 2006).

Alguns estudos toxicológicos demonstraram a possibilidade dos antioxidantes sintéticos provocarem efeitos deletérios ao organismo, até carcinogênicos quando utilizados em grandes quantidades. Fatos como redução do nível de hemoglobina e a hiperplasia de células basais foram atribuídos ao uso de antioxidantes sintéticos. No Brasil, o Ministério da Saúde controla a utilização desses antioxidantes e limita a utilização do BHT a 100mg/g de concentração máxima. Uma vez que a utilização segura de antioxidantes sintéticos como o BHT tem sido questionada a investigação de compostos naturais ganha força e a ação antioxidante da vitamina E é bastante conhecida (BOTTERWECK et al., 2000; GALVÃO et al., 2008) .

Vitamina E é um termo utilizado para designar oito compostos lipossolúveis, sendo o α -tocoferol mais destacado (BATISTA et al., 2007), pois quando comparado aos seus homólogos β , γ e δ -tocoferol, apresenta maior atividade biológica, maior índice de absorção intestinal, maior deposição nos tecidos e menor excreção fecal, além de ser oxidado mais lentamente (GREEN, 1972; MCDOWELL, 1989; MACHLIN, 1991).

A vitamina E está presente nas membranas celulares, lipoproteínas do plasma e células sanguíneas e é considerada essencial para um conjunto de atividades do organismo em humanos e animais (SCHÜEPP e RETTENMAIER, 1994), dentre elas, o funcionamento normal e manutenção dos sistemas reprodutivo, muscular e nervoso, prevenção de doenças, aumento das funções imunológicas e da integridade do tecido (BASF, 1993; FINCH e TURNER, 1996; KUBENA e MCMURRAY, 1996; RICE e KENNEDY, 1998).

Como antioxidante celular, a vitamina E intervém na estabilização dos ácidos graxos poliinsaturados da fração lipídica das membranas celulares, evitando a formação de hidro e lipoperóxidos, impedindo ou reparando a formação de lesões nos vasos sanguíneos e alterações na permeabilidade capilar. Também exerce resistência ao peróxido de hidrogênio e apresenta capacidade em destruir peróxidos formados (ASGHAR et al., 1990; MACHLIN, 1991; COMBS, 1992; BATISTA et al., 2007).

Suplementados na ração, antioxidantes como o α – tocoferol podem se transferir à fração lipídica da carne, aumentando a sua estabilidade oxidativa e sua qualidade sensorial, além de enriquecer o alimento com vitamina E (CORTINAS et al., 2005; PITA et al., 2006). A vitamina E é um potente sequestrador de radicais livres e um poderoso antioxidante lipossolúvel da natureza (SOUZA et al., 2006). Assim, doses maiores que a exigência pode conferir estabilidade aos depósitos de gordura, melhorando a resistência das carnes frescas e dos produtos cárneos à oxidação (SHEEHY et al., 1991; LAURIDSEN et al., 1997). Segundo Lin et al. (1989); Sheehy et al. (1993); Sante e Lacourt (1994) e De Winnie e Dirinck (1996) pode-se utilizar a vitamina E com o objetivo de manter as características qualitativas da carne de frango durante o congelamento. Pois a oxidação lipídica da carne prejudica sua qualidade e leva à formação de compostos que alteram suas características sensoriais, produzindo odores e sabores desagradáveis, além de diminuir seu valor nutricional (SOUZA et al., 2006).

4. Desempenho e rendimento de carcaça

Pesquisas mostraram que a suplementação com fontes ricas em ácidos graxos poliinsaturados na dieta de frangos de corte pode afetar seus parâmetros produtivos como aumentar ganho de peso (AJUYAH et al., 1991; PARMENTIER et al., 1997),

melhorar o consumo de ração (LOPEZ-FERRER et al., 1999), diminuir a conversão alimentar (VILLAYERDE et al., 2004; MURAKAMI et al., 2010), e alterar algumas características da carcaça, como diminuir a deposição de gordura (CRESPO e ESTEVE-GARCIA, 2001; NEWMAN et al., 2002), e modificar o perfil lipídico da carne (CRESPO e ESTEVE-GARCIA, 2001).

López-Ferrer et al. (1999) ao estudarem a influência da suplementação com 8,2% de óleo de peixe, 8,2% de óleo de linhaça e 8,2% de óleo de canola na ração, sobre o consumo de ração de frangos de corte da linhagem Cobb observaram que aqueles suplementados com óleos vegetais apresentaram maiores consumos de ração.

Lara et al. (2005) ao compararem o desempenho de frangos de corte da linhagem Ross alimentados com óleo ácido de soja, óleo degomado de soja e óleo de vísceras de aves, relataram diminuição do consumo quando a ração foi acrescida de óleo ácido de soja e relacionaram esse efeito a possíveis perdas nutricionais por oxidação.

De acordo com Scaife et al. (1994) e Hrdinka et al. (1996), a composição de ácidos graxos da gordura abdominal, músculo do peito e da coxa de frangos pode ser manipulada mediante mudança na composição de ácidos graxos da ração.

Sanz et al. (2000) obtiveram menor deposição de gordura em frangos de corte suplementados com óleos ricos em ácidos graxos poliinsaturados, quando comparados à frangos alimentados com rações ricas em ácidos graxos saturados.

López-Ferrer et al. (2001b) obtiveram menor percentagem de ácidos graxos saturados na coxa de frangos alimentados com rações suplementadas com quantidades elevadas de óleo de linhaça. Também verificaram que o conteúdo de EPA e DHA na coxa aumentou quando seu precursor, o α - linolênico, foi adicionado à ração.

Os ácidos graxos poliinsaturados parecem estar envolvidos indiretamente na síntese de colágeno, influenciando assim, a textura da carne. Liu et al. (2004) avaliaram a influência dos ácidos graxos sobre a matriz orgânica e verificaram menor nível de ligações cruzadas de colágeno em tecidos de aves alimentadas com óleo de soja. Alguns estudos indicam que a integridade das ligações cruzadas de colágeno é importante para determinar a contribuição desta proteína para a textura da carne (BAILEY, 1985).

5. A carne de frango

A carne de frango é uma fonte proteica de excelente qualidade e a competitividade do preço em relação às outras carnes e a preferência do consumidor favorecem seu consumo. Características nutricionais, como o teor de proteínas, baixa porcentagem de gordura, presença de ácidos graxos essenciais e vitaminas lipossolúveis são pontos positivos na avaliação do consumidor influenciando o aumento do consumo (GALLARDO et al., 2012). Além disso, não enfrenta restrição religiosa e o sistema produtivo causa menor impacto ambiental (OVIEDO-RONDON, 2008; TURRA, 2013).

A composição da fração lipídica da carne de frango apresenta cerca de 33% de ácidos graxos saturados, 40% de ácidos graxos monoinsaturados e 22% de ácidos graxos poliinsaturados (BRAGAGNOLO, 2001; MORALES-BARRERA et al., 2013).

A rancidez é consequência da oxidação lipídica e é um problema na comercialização da carne de frango. A oxidação ocorre em dois estágios, o primeiro com a oxidação fosfolipídica e o segundo com a oxidação dos triglicerídeos, e está diretamente relacionada com o grau de insaturação, o tempo de armazenagem da carne e com a oxidação de ácidos graxos poliinsaturados (GANDEMER, 1997). Ao início da oxidação lipídica ocorre o desencadeamento de várias reações secundárias com formação de radicais livres. Formam-se compostos "off-flavor" determinantes na qualidade da carne e ocorrem reações como a formação de compostos potencialmente tóxicos como álcoois, cetonas, peróxidos e aldeídos, que podem afetar a segurança e estabilidade do produto, resultando em perdas de nutrientes e promovendo mais reações oxidativas (GRAY et al., 1996 e NAM et al., 1997).

6. Objetivos

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da suplementação de óleo de soja e antioxidantes na ração sobre os parâmetros de desempenho, rendimento de carcaça e de qualidade da carne de frangos de corte.

O capítulo II, denominado “Desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne de frangos de corte suplementados com óleo de soja e antioxidantes”, apresenta-se de acordo com as normas para publicação no periódico Poultry Science, com exceção do idioma.

7. Referências Bibliográficas

AJUYAH, A.O.; LEE, K.H.; HARDIN, R.T.; SIM, J.S. Changes in the fatty acid composition of whole carcass and selected meat portions of broiler chicks fed full-fat oil seeds. **Poultry Science**, v.70, n.11, p.2304-2314, 1991.

ALMEIDA, A.P.S. **Efeito do óleo de linhaça no desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de frangos de corte**. 2007. 99f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba.

ASGHAR, A. et al. Effects of dietary oils and α -tocopherol supplementation on membranal lipid oxidation in broiler meat. **Journal of Food Science**, v.55, n.1, p.46-60, 1990.

BAILEY, A.J. The Role of Collagen in the Development of Muscle and Relationship to Eating Quality. **Journal of Animal Science**, v.60, p.1580-87, 1985.

BARROETA, A.C. Nutritive Value of Poultry Meat: relationship between vitamin E and PUFA. **World's Poultry Science Journal**, v. 63, n.2, p.277-284, jun, 2007.

BASF. **Vitamin E in Animal nutrition and management: BASF Reference Manual**. Universidade de Wisconsin – Madison. BASF Corp. 1993, 266 p.

BATISTA, E. S.; COSTA, A. G. V.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Adição da vitamina E aos alimentos: implicações para os alimentos e para a saúde humana. Adding vitamin E to foods: implications for the foods and for human health. **Revista de Nutrição**, v. 20, n. 5, p. 525-535, set/out, 2007.

BOTTERWECK, A. A. M. et al. Intake of butylated hydroxyanisole and BHA . **Food Chemistry and Toxicology**, v.38, p. 599-605, 2000.

BOU, R. et al. Influence of dietary fat source, α -tocopherol, and ascorbic acid supplementation on sensory quality of dark chicken meat. **Poultry Science**, v. 80, p.1-8, 2001.

BRAGA, J.P.; BAIÃO, N.C. Suplementação lipídica no desempenho de aves em altas temperaturas. **Arquivo Brasileiro de Veterinária e Zootecnia**, n.31, p.23-28, 2001.

BRAGAGNOLO, N. Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol. II Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína: **anais de encontro via Internet**. 2001.

BRANDÃO, T. M. **Diferentes tipos de óleos de soja e níveis de energia em dietas de frangos de corte: desempenho e características de carcaça**. 2008. 62p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). - Universidade Federal do Piauí, Teresina.

CERQUEIRA, F. M.; DE MEDEIROS, M. H. G.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química nova**, v. 30, n. 2, p. 441, 2007.

COMBS JR., G.F. **The vitamins: fundamental aspect in nutrition and health**. New York: Ithaca, 1992. 526p.

CORTINAS, L. et al. Influence of dietary polyunsaturation level on chicken meat quality: Lipid Oxidation. **Poultry Science**, v.84, p.48-55, 2005.

CRESPO, N.; ESTEVE-GARCIA, E. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. **Poultry Science**, v.80, p.71-78, 2001.

DE WINNIE, A.; DIRINCK, P. Studies on vitamin E and meat quality. 2. Effect of feeding high vitamin E levels on chicken meat quality. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 44, p.1691-1696, 1996.

FINCH, J.M.; TURNER, R.J. Effect of selenium and vitamin E on the immune responses of domestic animals. **Research Veterinary Science**. v.60 p. 97-106, 1996.

GALLARDO, M. A. et al. Modification of fatty acid composition in broiler chickens fed canola oil. **Biology Research**, v. 45, p. 149-161, 2012.

GALVÃO, E. L. et al. Avaliação do potencial antioxidante e extração subcrítica do óleo de linhaça. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 551-557, 2008.

GANDEMER, G. Muscle lipids and meal quality. Phospholipids and flavor. **Oleagineux Corps Gras Lipids**, v.4. p. 19-25, 1997.

GRAY, J.I.; GOMA, E.A.; BUCKEY, D.J. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, v.43. n. sup1. p. 111-123, 1996.

GREEN, J. Tocopherols. IX. Biochemical Systems. In: SEBBRELL, W.H., HARRIS, R.S. (ed). **The vitamins: Chemistry, physiology, pathology, methods**. 2.ed. New York, Academic, 1972. v. 5, p. 259-272.

HARTMAN, L. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais**. São Paulo: Sicct, 1982.

HRDINKA, C. et al. Effects of dietary fatty acids pattern on melting point and composition of adipose tissues and intramuscular fat of broiler carcasses. **Poultry Science**, v.75, n.2, p.208-215, 1996.

JUNQUEIRA, O. M. et al. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2335-2339, 2005.

KUBENA, K.S.; MCMURRAY, D.N. Nutrition and the immune system – a review of nutrient-nutrient interactions. **Journal of the American Dietetic Association**, v.96, p. 1056-1164, 1996.

LARA, J.C.L. et al. Efeito de fontes lipídicas adicionadas às dietas sobre o desempenho de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.5, p.792-798, 2005.

LAURIDSEN, C.; BUCKEY, D.J.; MORRISEY, P.A. Influence of dietary fat and vitamin E supplementation on α -tocopherol levels and fatty acid profiles in chicken muscle membranal fractions and on susceptibility to lipid peroxidation. **Meat Science**, v. 46, p. 9-22, 1997.

LIN, C.F. et al. Effects of oxidized dietary oil and antioxidant supplementation on broiler growth and meat stability. **British Poultry Science**, v.30, p. 855-864, 1989.

LINKO, Y. Y.; HAYAKAWA, K. Decohexanoic acid: Avaluable nutraceutical? **Trends in Food Science And Technology**, v. 7, n. 2, p. 59-63, 1996.

LIU, D.; VEIT, H.P.; DENBOW, D.M. Effects of long-term dietary lipids on matures bone mineral content, collagen, crosslinks, and prostaglandin E2 production in Japanese quail. **Poultry Science**, v.83, p.1876-83, 2004.

LÓPEZ-FERRER, S. et al. N-3 enrichment of chicken meat using fish oil: alternative substitution with rapeseed and linseed oil. **Poultry Science**, v.78, p.356-365, 1999.

LÓPEZ-FERRER, S. et al. N-3 enrichment of chicken meat - use of very long-fatty acids in chicken diets and their influence on meat quality: fish oil. **Poultry Science**, v.80, p.741-775, 2001a.

LÓPEZ-FERRER, S. et al. N-3 enrichment of chicken meat 2. Use of precursors of long-chain polyunsaturated fatty acids: linseed oil. **Poultry Science**, v.80, p.753-761, 2001b.

MACHLIN, L. J. Vitamin E. In: **Handbook of vitamins**. 2.ed. New York: Marcel Dekker, 1991. p.99-143.

MCDOWELL, L. R. **Vitamins in Animal Nutrition**. Academic Press Inc. Harcourt Brace Jovanovich Publishers, San Diego, CA, 1989.

MORALES-BARRERA, J. E. et al. Fatty Acid Deposition on Broiler Meat in Chickens Supplemented with Tuna Oil. **Food and Nutrition Sciences**, v. 4, p. 16-20, 2013.

MORITA, M. M. Custo X benefício do uso de óleos e gorduras em rações avícolas. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1992, Santos. **Anais...** Santos: APINCO, 1992. p.29-35.

MURAKAMI, K. T. T. et al. Desempenho produtivo e qualidade da carne de frangos alimentados com ração contendo óleo de linhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 4, p. 401-407, 2010.

NAM, K.T.; LEE, H.A; MIN, B.S.; KANG, C.W. Influence of dietary supplementation with linseed and vitamin E on fatty acids, α -tocopherol and lipid peroxidation in muscles of broiler chicks. **Animal Feed Science and Technology**, v.66, p.149-158, 1997.

NEWMAN, R.E. et al. Dietary n-3 e n-6 fatty acids alter avian metabolism: metabolism and abdominal fat deposition. **British Journal of Nutrition**, v.88, p.11-8, 2002.

OVIEDO-RONDON, E. O. Technologies to mitigate the environmental impact of broiler production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p. 239-252, 2008.

PARMENTIER, H.K. et al. Dietary unsaturated fatty acids affect antibody responses and growth of chickens divergently selected for humoral responses to sheep red blood cells. **Poultry Science**, v.76, n.8, p.1164-1171, 1997.

PITA, M.C.G. et al. Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola e vitamina E na dieta sobre as concentrações de ácidos graxos poliinsaturados em ovos de galinha. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, p.925-931, 2006.

PITA, M. C. G. **Fontes marinhas e vegetais de PUFA's na dieta de poedeiras: efeito na composição lipídica da gema do ovo e tempo de incorporação dos ácidos graxos.** 2007. 138 f. Tese. (Doutorado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

RICE, D.; KENNEDY, S. Vitamin E: function and effects of deficiency. **British Veterinary Journal**, v.144, p. 482-496, 1998.

SANTE, V.S.; LACOURT, A. The effect of dietary α -tocopherol supplementation and antioxidant spraying on color stability and lipid oxidation of turkey meat. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.65, p. 503-507, 1994.

SANZ, M.; FLORES, A.; LOPEZ-BOTE, C.J. The metabolic use of energy from dietary fat in broilers is affected by fatty acid saturation. **British Poultry Science**, v.41, p.61-68, 2000.

SCAIFE, J.R. et al. Effect o different dietary supplemental fats and oils on the tissue fatty acid composition and growth of female broilers. **British Poultry Science**, v.35, p.107-118, 1994.

SCHÜEPP, W.; RETTENMAIER, R. Analysis of vitamin E homologs in plasma and tissue: high-performance liquid chromatography. **Methods Enzymology**, v.234, p.294-302, 1994.

SHEEHY, P.J.A.; MORRISSEY, P.A.; FLYNN, A. Influence of dietary α -tocopherol concentrations in chicken tissues. **British Poultry Science**, v. 32, p. 391-397, 1991.

SHEEHY, P.J.A.; MORRISSEY, P.A.; FLYNN, A. Increase storage stability of chicken muscle by dietary alpha-tocopherol supplementation. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v.32, p. 67-73, 1993.

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

TURRA, F. Aumento do consumo de frango beneficiará Brasil. Disponível em: < <http://jcrs.uol.com.br/site/noticia.php?codn=126444> >. Acesso em: 29 nov. 2013.

UBABEF. União Brasileira de Avicultura. Disponível em:
<<http://www.ubabef.com.br/estatisticas/frango>>. Acesso em: 08 jul. 2013.

VILLAYERDE, C. et al. Relationship between dietary unsaturation and vitamin E in poultry. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.88, p.143-149, 2004.

YEHUDA, S. et al. The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. **Neurobiology of aging**, v. 23, n. 5, p. 843-853, 2002.

CAPÍTULO 2*

*Artigo científico elaborado conforme normas do periódico Poultry Science

**Desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de frangos
suplementados com óleo de soja e antioxidantes**

RESUMO

A inclusão de óleo de soja na ração de frangos de corte é comum. O óleo de soja é fonte concentrada de energia e ácidos graxos poliinsaturados, esses são mais sensíveis à oxidação lipídica, devido a seu maior número de insaturações, por isso faz-se necessário o uso de antioxidantes na ração. O enriquecimento com ácidos graxos poliinsaturados e a proteção do antioxidante são desejáveis na ração e na carne. O presente estudo teve por objetivo avaliar o desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de frangos de corte machos da linhagem Cobb alimentados com rações suplementadas com óleo de soja e com os antioxidantes butilhidroxitolueno (BHT) e vitamina E. As aves foram distribuídas em um delineamento experimental inteiramente casualizados com quatro grupos: sem inclusão de óleo e de antioxidantes; inclusão de óleo de soja; inclusão de óleo de soja + BHT; inclusão de óleo de soja + vitamina E com seis repetições de trinta aves por grupo, totalizando 720 frangos. Foram abatidos 120 frangos e coletados cortes de peito, coxa e gordura abdominal. A inclusão de óleo de soja promoveu efeito positivo no ganho de peso aos 42 dias. Não foram encontradas diferenças nos rendimentos de carcaça e partes, nem nas características de qualidade de carne. A utilização dos antioxidantes BHT e vitamina E não promoveu alterações nos parâmetros de desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne avaliados.

Palavras-chave: ácidos graxos poliinsaturados, BHT, vitamina E, óleos vegetais, oxidação lipídica.

**Performance, carcass yield and meat quality of broiler chickens supplemented
with soybean oil and antioxidants**

ABSTRACT

The inclusion of soybean oil in the diet of broilers is usual. Soybean oil is a concentrated source of energy and polyunsaturated fatty acids, which are more sensitive to the lipid oxidation, due to their higher number of unsaturations. Thus, the use of antioxidants in the diet is necessary. The enrichment with polyunsaturated fatty acids and the protection of the antioxidant are desirable in diet and meat. The objective of the present study was to evaluate the performance, carcass yield and quality of meat from Cobb strain male broilers, fed with diets supplemented with soybean oil and antioxidants butylated hydroxytoluene (BHT) and vitamin E. The fowls were arranged into a totally randomized experimental design, with four groups: without inclusion of oil and antioxidants; inclusion of soybean oil; inclusion of soybean oil + BHT; inclusion of soybean oil + vitamin E, with six repetitions of thirty fowls per group, adding up 720 fowls. 120 fowls were slaughtered and cuts from the chest, leg and abdominal fat were collected. The inclusion of soybean oil caused a positive effect in weight gain in the 42nd day. There were not differences in carcass and parts yields and in meat quality characteristics. The use of antioxidants BHT and vitamin E did not change the performance, carcass yield and meat quality parameters evaluated.

Keywords: polyunsaturated fatty acid, BHT, vitamin E, vegetable oils, lipid oxidation.

Introdução

O uso de óleos vegetais ou gordura animal nas rações para o balanceamento energético adequado que atendam à alta exigência nutricional de frangos de corte é comum. Mas existe também o interesse na possibilidade de modificar o perfil lipídico da carne de frango de acordo com a fonte de ácidos graxos utilizada na ração (Braga e Baião, 2001; Murakami et al., 2010).

A adição de óleos e gorduras em rações para frangos de corte promove melhora nas características de desempenho e qualidade da carne e são opções vantajosas quando se deseja formular rações com elevada densidade energética e baixo custo por unidade de energia, pois contêm mais energia que os carboidratos. A alternativa mais utilizada para atender a essa necessidade tem sido o óleo de soja (Dale e Fuller, 1980; Almeida et al., 2009). Os óleos vegetais beneficiam o desempenho das aves com melhoria na taxa de crescimento, na eficiência de absorção de ingredientes, na palatabilidade e conversão alimentar. Outras vantagens são a diminuição da pulverulência da ração, redução na perda de nutrientes, redução do incremento calórico e fornecimento de ácidos graxos essenciais (Morita, 1992; Braga e Baião, 2001; Junqueira et al., 2005). Por outro lado contêm mais ácidos graxos insaturados que são mais susceptíveis à oxidação (Keshavarz e Nakajima, 1995; Muramatsu et al., 2005; Rodrigues et al., 2005).

Morita (1992) comparando a suplementação de óleos vegetais e gorduras animais relatou que o uso de óleos vegetais na avicultura é metabolicamente importante pela riqueza de ácidos graxos insaturados (oleico, linoleico e linolênico). Além disso, são

melhores utilizados pelas aves que a gordura de origem animal (mais rica em ácidos graxos saturados).

Scott et al. (1982) afirmaram que o processo de oxidação lipídica é a principal causa da diminuição de qualidade do alimento ou da ração, afetando o sabor, o aroma, a cor e textura, além de resultar na produção de compostos tóxicos que reduzem o valor nutritivo do alimento.

Para contornar o problema da oxidação, uma opção é a utilização de antioxidantes na ração. A indústria utiliza antioxidantes sintéticos, como butilhidroxitolueno (BHT), mas possíveis efeitos deletérios desses componentes à saúde tem levado a um aumento de pesquisas com antioxidantes naturais um exemplo é o alfa-tocoferol, que se transfere à fração lipídica da carne, aumentando a sua estabilidade oxidativa, além de enriquecer o alimento com vitamina E (Cortinas et al., 2005; Pita et al., 2006; Galvão et al., 2009).

Diante do exposto, a presente pesquisa teve por objetivo avaliar os efeitos da suplementação de óleo de soja rico em ácidos graxos poliinsaturados, combinado ao emprego dos antioxidantes BHT e vitamina E na ração de frangos de corte sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e as características de qualidade da carne.

Material e Métodos

Local, animais e manejo

O experimento foi realizado no período de verão (12 de janeiro a 22 de fevereiro de 2011) na Universidade Estadual Paulista - UNESP, campus Botucatu, na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, no Laboratório de Nutrição de Aves. A temperatura durante o período experimental variou entre 20 e 36°C, sendo a temperatura média 27,5°C. O experimento foi desenvolvido de acordo com os princípios éticos na

experimentação animal (protocolo 53/2011 – CEUA), determinados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, campus Botucatu.

Foram alojados 720 pintos de corte machos da linhagem Cobb com um dia de idade em boxes separados por tela metálica, com piso em concreto, cama de maravalha nova, comedouros pendulares e bebedouros do tipo tubular. As aves foram distribuídas em 24 boxes, com 30 aves cada, sendo que cada boxe considerado uma unidade experimental.

Os grupos experimentais foram: fornecimento de ração sem inclusão de óleo e de antioxidantes; fornecimento de ração suplementada com óleo de soja; fornecimento de ração suplementada com óleo de soja e BHT; e fornecimento de ração suplementada com óleo de soja e vitamina E. As rações experimentais diferiram entre si apenas no que se refere à presença ou não de óleo de soja e do tipo de antioxidante. O nível de suplementação de BHT e vitamina E em todas as fases nas rações experimentais foi de 150 ppm. Nas Tabelas 1 a 4 estão apresentados os dados referentes à composição nutricional das rações experimentais.

Aos 42 dias de idade foram abatidos 120 frangos, 30 por grupo e os cortes cárneos de peito e coxa, e a gordura abdominal foram então submetidos às análises de qualidade.

Arraçoamento

As rações empregadas foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com vitaminas, minerais e aditivos segundo as recomendações de Rostagno et al. (2005) para cada fase.

O arraçoamento das aves foi dividido em quatro fases: pré-inicial (1-10 dias), inicial (11-21 dias), crescimento (22-35 dias) e final (36-42 dias). As rações foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça

Durante o período experimental foram avaliadas as variáveis de desempenho: ganho de peso médio, consumo de ração, conversão alimentar, viabilidade (100-mortalidade) e fator de eficiência de produção ($((\text{peso médio final}/1000) \times \text{viabilidade}) / (\text{conversão alimentar} \times 42)) \times 100$).

Para o abate foram apanhados cinco frangos por boxe, totalizando 120 aves, e transportados (após jejum de 8 horas) ao Abatedouro Experimental da FMVZ-UNESP/Botucatu, onde foram pesados individualmente, insensibilizados e abatidos. Posteriormente foram efetuadas as pesagens das carcaças limpas (sem penas, cabeça, pescoço, vísceras e pés) e das partes (coxas e sobrecoxas, asas, peito e gordura abdominal) para determinação do rendimento.

A desossa foi realizada em sequência, sem resfriamento das carcaças, os cortes cárneos de peito, coxa e gordura abdominal foram embalados em sacos plásticos, resfriados em gelo e levados ao laboratório para posteriores análises.

Análises da carne

As análises da carne foram realizadas no laboratório de Tecnologia da Carne da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP- Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” em Botucatu.

As análises da carne foram iniciadas 24 horas após o abate das aves. As avaliações do pH foram realizadas em 120 peitos, 30 peitos por tratamento experimental, por meio

de peagômetro de inserção HANNA diretamente no *M. pectoralis major*, 24h após o abate.

Para a perda de água por exsudação, foram utilizadas 60 amostras da carne do peito dos frangos, 15 amostras por tratamento, colhidas 24 horas após o abate. Utilizaram-se amostras de 100 gramas do *M. pectoralis major*. Cada amostra foi suspensa em uma rede e envolta em saco plástico inflado, por período de 48 horas à temperatura de 4°C, conforme método descrito por Rasmussem e Anderson (1996). A determinação da porcentagem de perda por exsudação foi dada pela seguinte equação: $PE = (Pf - Pi) \times 100 / Pi$, sendo que PE = perda de exsudato; Pf = peso final da amostra; Pi = peso inicial da amostra.

Para a avaliação da textura da carne foram utilizados 60 peitos inteiros, 15 amostras de peito por tratamento experimental, utilizando-se um texturômetro TAXT plus, equipado com dispositivo Razor Blade. As amostras foram pesadas individualmente, colocadas em embalagens plásticas e cozidas em banho-maria a 85°C por 30 minutos, até atingirem temperatura interna final de 75 a 80°C. Após o cozimento, ao atingirem a temperatura ambiente, foram pesados novamente. A diferença entre o peso inicial e final correspondeu à perda de peso por cozimento (Honikel, 1998). Depois foram realizados cinco cortes na superfície cranial do filé de peito, com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas Razor Blade para avaliar a força de cisalhamento (N) segundo Cavitt et al. (2004).

As avaliações de coloração da carne foram realizadas em 120 peitos, 30 peitos por tratamento. A cor dos filés do peito foi determinada através de um colorímetro Minolta portátil CR 400, no sistema CIELab, onde foram avaliados os parâmetros L* (luminosidade), a* (vermelho) e b* (amarelo). Os valores L*, a* e b* foram medidos

em três diferentes pontos na superfície ventral e no meio da seção cranial do músculo *Pectoralis major*. Para estas determinações, os filés de peito foram expostos ao ar por 30 minutos antes das leituras da cor, de acordo com método proposto por Van Laack et al. (2000).

A avaliação da composição centesimal foi realizada nas amostras de peito *in natura*, utilizando-se 15 amostras por tratamento experimental, totalizando-se 60 amostras. Foram avaliados a umidade: realizada seguindo o método 39.1.02 da A.O.A.C. (2007); proteína: segundo o método de Kjeldahl-micro, método 39.1.19 da A.O.A.C. (2007) para determinação do nitrogênio total, a proteína bruta foi calculada em função dos teores de nitrogênio total, multiplicado pelo fator 6,25; extrato etéreo: foi determinado segundo A.O.A.C. (2007), item 39.1.05 e resíduo mineral fixo: realizado segundo o método recomendado pela A.O.A.C. (2007), item 39.1.09.

A oxidação lipídica foi determinada através do teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs), que determina a quantidade de malonaldeído, em amostras da carne do peito e coxas, utilizando-se 10 amostras por tratamento, e de gordura abdominal utilizando-se 5 amostras por tratamento. As análises foram realizadas aos 30, 60 e 120 dias de armazenamento sob congelamento, de acordo com o método proposto por Vyncke (1970).

Para análise do perfil de ácidos graxos foram utilizadas 40 amostras de peito, 10 amostras para cada tratamento experimental. A análise foi realizada por meio de cromatografia gasosa, sendo os ésteres de ácidos graxos analisados em cromatógrafo Shimadzu, com coluna capilar de sílica fundida (Folch et al., 1957; Hartman e Lago, 1973).

Para a realização da análise sensorial foram utilizados 10 peitos inteiros para-cada tratamento. Os peitos foram acondicionados em papel alumínio e submetidos ao aquecimento em chapa elétrica com dupla resistência, regulada para 200°C, com temperatura interna final de 85°C. Depois disto, as amostras foram cortadas em cubos e colocadas em placas de petri, aquecidas em microondas até atingirem 45–50°C e servidas imediatamente aos provadores. As avaliações sensoriais foram conduzidas conforme Roça et al. (1988), com 10 provadores treinados e selecionados (Roça e Bonassi, 1985). Foram realizadas avaliações de sabor, sabor estranho, aroma, aroma estranho, maciez, suculência e mastigabilidade, por meio de escala não estruturada e estruturada (1 a 9) conforme descrito por Roça et al. (1988). As classificações referentes às escalas estão descritas na Tabela 5.

Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM, as médias foram ajustadas pelo método dos Quadrados Mínimos (LSMEANS – Least Squares Means) e comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. Os dados de desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne, com exceção dos dados das análises de oxidação lipídica e sensorial, foram inteiramente casualizados. A análise sensorial foi delineada em blocos casualizados e a oxidação lipídica em esquema fatorial 4x3 (4 tratamentos x 3 períodos de tempo). Utilizando-se o pacote computacional Statistical Analysis System (SAS Institute, 1998).

Resultados e Discussão

Os resultados de desempenho estão descritos na tabela 6. A análise de variância dos dados referentes ao desempenho produtivo das aves indicou diferenças entre os

tratamentos avaliados para as variáveis peso médio aos 42 dias (PM42d) e ganho de peso médio aos 42 dias (GPM42d), onde as aves que não foram suplementadas com óleo e antioxidantes apresentaram os piores resultados de ganho de peso. Os demais tratamentos não diferiram entre si para os parâmetros avaliados.

O incremento de densidade calórica, que aumenta a disponibilidade dos nutrientes dos ingredientes da ração e o efeito extra calórico do óleo, que melhora a eficiência energética pelo incremento de energia líquida explicam o maior ganho de peso e peso médio aos 42 dias nos grupos que receberam suplementação de óleo de soja na ração.

O resultado encontrado está de acordo com Jakobsen et al. (1995) que estudando o efeito de dois níveis de vitamina E (100 e 500mg/kg) e de dois tipos de vitamina E (sintética e natural) na ração de frangos de corte, não verificaram aumento no consumo e nem melhoria no ganho de peso das aves em função do nível e do tipo de vitamina E utilizados.

Por outro lado discorda de Barreto et al. (1999) trabalhando com inclusões de 250, 500 e 750mg de vitamina E/kg obtiveram melhoria significativa no ganho de peso das aves aos 42 dias de idade com o aumento da suplementação de vitamina E na ração de frangos de corte. Assim como de Kennedy et al. (1992) que obtiveram aumento significativo de 1,3% no ganho de peso e melhoria na conversão alimentar de frangos de corte que receberam ração suplementada com 163mg de vitamina E/kg de ração.

Os dados de rendimento de carcaça e partes das aves são apresentados na Tabela 7. A análise de variância não indicou diferenças para o rendimento de carcaça e partes. A suplementação com o óleo de soja e com os antioxidantes vitamina E e BHT na ração não interferiu no rendimento de carcaça e de partes de frangos de corte.

Os resultados encontrados estão de acordo com os observados por Souza et al. (2006), que trabalhando com diferentes níveis de inclusão de vitamina E (0, 100, 150 e 200 mg de vitamina E/kg) na ração de frangos de corte da linhagem Cobb, não observaram efeitos da inclusão desta vitamina sobre os rendimentos de carcaça, peito, pernas e gordura abdominal. Também concordam com Almeida et al. (2009) que não encontraram diferença nos rendimentos de carcaça e partes ao trabalharem com suplementação de 200 e 400 ppm de vitamina E na ração.

Os resultados referentes ao pH, força de cisalhamento, perda de água por cocção e perda de água por exsudação estão apresentados na Tabela 8. A análise de variância indicou diferenças entre os tratamentos estudados para as variáveis de qualidade pH e força de cisalhamento e não indicou diferenças para a perda de água por exsudação e perda de água por cocção de peitos de frangos suplementados com óleo de soja e antioxidantes.

A carne dos frangos alimentados com ração sem suplementação de óleo e antioxidantes apresentaram pH mais alcalino que a carne das aves alimentadas com ração suplementada com óleo ou com óleo e antioxidantes, sendo que a carne dos frangos alimentados com ração suplementada com óleo mais BHT apresentaram pH mais ácido.

Os valores de pH encontrados apresentam-se superiores aos obtidos por Sams e Mills (1993) para carne de frango, que observaram valores de pH final, isto é, após a resolução do *rigor mortis* (12 horas ou mais) em torno de 5,60 a 5,80 e concordam com Souza et al. (2006) que também não observaram diferença nos valores de pH *pós mortem* para peito e coxa de frangos suplementados ou não com vitamina E.

Não houve diferença para perda de exsudato, que é consequência do encolhimento *post-mortem* das miofibrilas, devido a diminuição do pH, é um dos principais fatores na diminuição da qualidade dos produtos cárneos nas indústrias (Jensen et al., 1998). Devido a isso, valores baixos de perda de exsudato são desejáveis, pois indicam menores perdas durante o processamento e manipulação da carne, e ainda servem como indicativo para a medida da capacidade de retenção de água da carne.

Foram observadas diferenças para a variável força de cisalhamento, onde os peitos dos frangos suplementados apenas com óleo de soja apresentaram menor resistência ao rompimento das fibras da carne. Os resultados encontrados diferem de Gardini (2000) que trabalhando com diferentes níveis de vitamina E em rações de frangos de corte, encontrou diferenças tanto na carne de pernas, como de peito quando utilizou o nível de 100mg/kg, que proporcionou menor força de cisalhamento e concordam com Souza et al. (2006) que não encontraram diferenças com o uso de diferentes níveis de suplementação de vitamina E na ração de frangos de corte para a força de cisalhamento do músculo do peito e das coxas, quando realizada *post mortem* ou 5 dias após o abate.

Com relação à perda por cocção, não foram observadas diferenças. A perda de peso por cocção representa o quanto de peso que a carne perde após o seu cozimento, ou seja, está relacionada ao rendimento dos produtos após o cozimento, sendo um fator de relevância econômica para elaboração de produtos processados (Moreira, 2005).

Os resultados referentes à avaliação instrumental (CIELAB) da cor de peitos de frangos suplementados com óleo de soja e antioxidantes estão na Tabela 9.

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos experimentais estudados para os padrões de coloração luminosidade (L^*) e amarelo (b^*). Observou-se

menor luminosidade (L^*) nos peitos dos frangos que não foram suplementados com óleo e nem com antioxidantes. Para o amarelo (b^*) os resultados foram opostos, uma vez que o tratamento em que as aves não foram suplementadas com óleo e antioxidantes registraram os maiores valores. A maior pigmentação amarela apresentada pelos peitos dos frangos que não foram suplementados com óleo e antioxidantes pode ser explicada pela maior incorporação de glúten de milho na ração dessas aves, pois, devido a não utilização de óleo como fonte de energia, a fonte de energia passou a ser o glúten de milho, que possui pigmentação extremamente amarela e que foi o responsável pela pigmentação da carne.

Os resultados encontrados para o parâmetro L^* são superiores aos valores considerados normais encontrados por Woelfel et al. (2002) e Barbut (1993) que afirma que a carne de frango é considerada normal quando o valor L^* se encontra na faixa de 45 a 50. As medidas de cor consideradas normais variam de acordo com os valores encontrados por cada autor. Uma possível causa para a luminosidade alta pode ter sido o método de resfriamento utilizado que acabou impedindo a absorção de água e resultou em uma carne pálida. O que está de acordo com a afirmação de Olivo et al. (2001) sobre a absorção seletiva da luz pela mioglobina e por outros importantes componentes, como as fibras musculares e suas proteínas, assim como a quantidade de líquido livre presente na carne serem responsáveis pela cor observada na superfície da carne.

Na Tabela 10 estão apresentados os valores referentes à composição centesimal da carne dos peitos de frangos alimentados com rações suplementadas com óleo de soja e antioxidantes. A suplementação das rações com óleo de soja e antioxidantes não alterou a composição centesimal da carne de peito dos frangos. O resultado está de acordo com Lara et al. (2005) que não encontrou diferenças para umidade, resíduo mineral fixo,

proteína e extrato etéreo da carne de peito e coxa de frangos ao trabalhar com diferentes óleos incluídos na ração, e também com os valores encontrados por Torres et al. (2000) e Rosa et al. (2006) para carne de peito de frango.

Na Tabela 11 estão apresentados os dados obtidos referentes à oxidação lipídica (TBARs) da carne do peito, coxa e da gordura abdominal de frangos alimentados com rações suplementadas com óleo de soja e antioxidantes.

A análise de variância não indicou diferenças entre os tratamentos e tempo de armazenamento para a oxidação lipídica da carne do peito e coxa. Mas indicou diferenças entre tratamentos e tempo de armazenamento para gordura abdominal de frangos de corte suplementados com óleo, BHT e vitamina E aos 30 e 60 dias de armazenamento da carne. A interação entre tratamento e tempo não foi significativa para nenhum dos cortes avaliados.

As maiores concentrações de malonaldeído, produto da oxidação determinado pela análise, foram encontradas nos tratamentos que continham óleo de soja, o que era esperado pelo fato do óleo ser fonte de ácidos graxos insaturados que são mais susceptíveis a oxidação, e no período de 60 dias de armazenamento das amostras de gordura. O resultado mostra que os antioxidantes não provocaram o efeito esperado no retardo ou paralização da oxidação.

Os resultados obtidos com a presente pesquisa discordam dos obtidos por Souza et al.(2006) que, trabalhando com a incorporação de vitamina E na ração de frangos de corte, observaram que para a carne do peito, a partir do quinto dia, sob condições de refrigeração (4 °C), houve redução significativa na oxidação da carne com o aumento gradativo de suplementação de vitamina E. Após 30 dias de armazenamento, sob

congelamento (-20 °C), o processo de oxidação da carne de peito foi se intensificando, porém, quanto maior a concentração da vitamina, menores foram os valores obtidos para os TBARs. Para a carne das coxas, após 5 dias sob refrigeração, e 30 dias sob congelamento, o resultado encontrado foi semelhante ao obtido para a carne do peito.

O perfil de ácidos graxos da carne do peito de frangos alimentados com rações suplementadas com óleo de soja e antioxidantes está apresentado na Tabela 12.

A análise de variância não indicou diferenças para o perfil de ácidos graxos da carne do peito de frangos de corte. O resultado discorda de Fébel et al. (2008) e Crespo e Esteve-Garcia (2001) que encontram diferenças no perfil de ácidos graxos da carne de frango ao trabalharem com sebo bovino e diferentes óleos vegetais, como óleo de girassol, soja, linhaça e oliva) suplementados na ração de frangos de corte. Não foram encontradas referências que avaliaram o perfil de ácidos graxos com suplementação de apenas óleo de soja e antioxidantes na ração de frangos de corte.

Na Tabela 13 estão apresentados os valores referentes a análise sensorial dos peitos de frangos suplementados com óleo soja e antioxidantes.

A análise de variância indicou que não houve diferenças para os parâmetros sensoriais avaliados. Os resultados encontrados mostraram que a dosagem de vitamina E utilizada não afetou os parâmetros sensoriais da carne, concordando com Ruiz et al. (2001) que trabalhando com gordura animal, óleos vegetais e vitamina E encontram que o maior grau de insaturação da gordura não altera os níveis de oxidação detectados pelo painel sensorial. Por outro lado, Sarraga et al. (2007) observaram que a suplementação desta vitamina na ração resultou em aroma mais suave após a armazenagem, indicando a atuação do alfa-tocoferol sobre a redução da oxidação dos lipídeos. Isso indica que

provavelmente a dosagem utilizada nesse experimento não foi suficiente para favorecer o efeito antioxidante da vitamina E a ponto de alterar os parâmetros sensoriais da carne.

Conclusões

A suplementação da ração de frangos de corte com óleo de soja apresentou efeito positivo sobre o peso das aves aos 42 dias de idade e a suplementação dos antioxidantes vitamina E e BHT não afetou o desempenho e rendimento de carcaça e de cortes. O óleo de soja e os antioxidantes suplementados não afetaram as características da carne que foram avaliadas. Os antioxidantes não foram eficientes quanto ao retardo da oxidação lipídica durante o armazenamento sob congelamento.

Referências Bibliográficas

- Almeida, A.P.S., Pinto, M.F., Poloni, L.B., Ponsano, E.H.G., Garcia Neto, M. 2009. Efeito do consumo de óleo de linhaça e de vitamina E no desempenho e nas características de carcaça de frangos de corte. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 61:698-705.
- Association Of Official Analytical Chemists - AOAC. 2007. *Official Methods of Analysis*. 18. ed. Maryland, 2005, Current through Revision 2.
- Barbut, S. 1993. Color measurements for evaluating the pale soft exudative (PSE) occurrence in turkey meat. *Food Res. Int.* 26:39-42.
- Barreto, S.L.T., Ferreira, W.M., Moraes, T. 1999. Efeito de níveis de vitamina E na dieta sobre o desempenho e concentração de alfa-tocoferol na carne de frangos de corte. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 51: 387-392.
- Braga, J.P., Baião, N.C. 2001. Suplementação lipídica no desempenho de aves em altas temperaturas. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 31:23-28.
- Cavitt, L.C., Youm, G.W., Owens, C.M., Xiong, R. 2004. Prediction of poultry meat tenderness using Razor Blade shear, Allo-Kramer shear, and sarcomere length. *J. Food Sci.* 69:11-15.

- Cortinas, L., Barroeta, A., Villaverde, C., Galobart, J., Guardiola, F., Baucells, M.D. 2005. Influence of dietary polyunsaturation level on chicken meat quality: Lipid Oxidation. *Poult. Sci.* 84:48-55
- Crespo, N., Esteve-Garcia, E. 2001. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. *Poult. Sci.* 80:71-78.
- Dale, N.M., Fuller, H.L. 1980. Effect of diet composition on feed intake growth of chicks under heat stress. II. Constant vs cycling temperature. *Poult. Sci.* 59:1434-1441.
- Febel, H., Mezes, M., Palfy, T., Herman, A., Gundel, J., Lugasi, A., Balogh, K. Kocsis, I., Blazovics, A. 2008. Effect of dietary fatty acid pattern on growth, body fat composition and antioxidant parameters in broilers. *J. Anim Physiol Anim Nutr.* 92:369-376.
- Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G. H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol chem.* 226: 497-509.
- Galvão, E. L., Silva, D. C. F., Silva, J. O. 2008. Avaliação do potencial antioxidante e extração subcrítica do óleo de linhaça. *Ciênc Tecnol Alim.* v. 28: 551-557.
- Gardini, C.H.C. 2000. Efeito da vitamina E no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Univ. Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.
- Hartman, L., Lago, R.C. A. 1973. Rapid preparation of fatty acid methyl ester from lipids. *Londres : Lab. Pract.* 22:475-476.
- Honikel, K. O. 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.* 49:447 – 457.
- Jakobsen, K., Engberg, R.M., Andersen, J.O, Jensen, S.K., Lauridsen, C., Sørensen, P., Henckel, P., Bertelsen, G., Skibsted, L.H., Jensen, C. 1995. Supplementation of broiler diets with all-rac- α - or a mixture of natural source RRR- α -, γ -, δ -tocopheryl acetate. 1. Effect on vitamin E status of broilers *in vivo* and at slaughter. *Poult. Sci.* 74,1984-1994.
- Jensen C., Lauridsen, C., Bertelsen, G. 1998. Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. *Trends Food Sci. Technol.* 9:62- 72.

- Junqueira, O.M., Andreotti, M.O., Araújo, L.F., Duarte, K.F., Cancherini, L.C., Rodrigues, E.A. 2005. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. *Rev Bras Zootec.* 34:2335-2339.
- Kennedy, D.G., Rice, D.A., Bruce, D.W., Goodall, E.A., Mcilroy, S.G. 1992. Economic effects of increased vitamin E supplementation of broiler diets on commercial broiler production. *Brit. Poult. Sci.* 33:1015-1023.
- Keshavarz, K., Nakajima, S. 1995. The effect of dietary manipulations of energy, protein, and fat during the growing and laying periods on early egg weight and egg components. *Poult. Sci.* 74:50-61.
- Lara, L.J.C., Baião, N.C., Aguilar, C.A.L., Cançado, C.V., Fiuza, M.A., Ribeiro, B.R.C. 2005. Efeitos de fontes lipídicas sobre o desempenho de frangos de corte. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 57:792-798.
- Moreira, J. 2005. Causas da ocorrência de carne PSE em frangos de corte e como controlá-las. In: IV Seminário Internacional de Aves e Suínos – AVESUI, Florianópolis. Anais... Florianópolis, p. 71-118.
- Morita, M.M. 1992. Custo X benefício do uso de óleos e gorduras em rações avícolas. In: Conferência Apinco De Ciência E Tecnologia, Santos. Anais... Santos, p.29-35.
- Murakami, K.T.T., Pinto, M.F., Ponsano, E.H.G. 2010. Desempenho produtivo e qualidade da carne de frangos alimentados com ração contendo óleo de linhaça. *Pesq. Agrop. Bras.* 45:401-407.
- Muramatsu, K., Stringhini, J.H., Café, M.B., Jardim Filho, R.M., Andrade, L., Godoi, F. 2005. Desempenho, qualidade e composição de ácidos graxos do ovo de poedeiras comerciais alimentadas com rações formuladas com milho ou milheto contendo diferentes níveis de óleo vegetal. *Acta Scient. Anim. Sci.* 27:43-48.
- Olivo, R., Soares, A.L., Ida, E.I., Shimokomaki, M. Dietary vitamin E inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. *Journal of Food Biochemistry*, v. 25, n.4, p. 271-283, set, 2001.
- Pita, M.C.G., Piber Neto, E., Carvalho, P.R., Mendonça Junior, C.X. 2006. Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola e vitamina E na dieta sobre as concentrações de ácidos graxos poliinsaturados em ovos de galinha. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 58:925-931.

- Rasmussen, A., Andersson, M. 1996. New methods for determination of drip loss in pork muscles. In: XLII International Congress Of Meat Science And Technology - ICOMST, 42., 1996, Lillehammer. Proceedings... Lillehammer, 1996. p. 286-287.
- Rodrigues, P. B., Martinez, R. D. S., Freitas, R., Bertechini, A. G., Fialho, E. T. 2005. Influência do tempo de coleta e metodologias sobre a digestibilidade e o valor energético de rações para aves. *Rev Bras Zootec.* 34: 882-889.
- Roça, R.O., Bonassi, I.A. 1985. Seleção de provadores para produtos cárneos. In: Congresso Brasileiro De Ciência E Tecnologia De Alimentos. 7, Itabuna/Ilhéus, Anais..., Itabuna/Ilhéus, SBCTA, p.83.
- Roça, R.O., Serrano, A.M., Bonassi, I.A. 1988. Utilização de toucinho na elaboração de fiambres com carne de frango. *Ciência Tecnol Alim.* 8:67-76.
- Rosa, F.C., Bressan, M.C., Bertechini, A.G., Fassani, E.J., Vieira, J.O., Faria, P.B., Savian, T.V. 2006. Efeitos de métodos de cocção sobre a composição química e colesterol em peito e coxa de frangos de corte. *Ciência Agrotec.* 30:707-714.
- Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L., Gomes, P.C., Oliveira, R.F., Lopes, D.C., Ferreira, A.S., Barreto, S.L.T. 2005. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 2ª ed. UFV/DZO, 186p.
- Ruiz, J. A., Guerrero, L., Arnau, J., Guardia, M. D., Esteve-Garcia, E. 2001. Descriptive sensory analysis of meat from broilers fed diets containing vitamin E or beta-carotene as antioxidants and different supplemental fats. *Poult. Sci.* 80:976-982.
- Sams, A. R., Mills, K. A. 1993. The effect of feed withdrawal duration on the responsiveness of broiler pectoralis to rigor acceleration. *Poult. Sci.* 72:1789-1796.
- Sárraga, C., Guàrdia, M. D., Díaz, I., Guerrero, L., García Regueiro, J. A., Arnau, J. 2007. Nutritional and sensory quality of porcine raw meat cooked ham and dry cured shoulder as affected by dietary enrichment with docosahexaenoic acid (DHA) and alpha-tocopheryl acetate. *Meat Sci.* 76:377-384.
- SAS Institute. SAS user's guide. Cary, 1998.
- Scott, M.L., Nesheim, M.C., Young, R.J. 1982. Proteins and amino acids. Page 58 in *Nutrition of the chicken.* 3.ed. Ithaca: M.L. Scott & Associates.

Souza, P.A., Souza, H.B.A., Pelicano, E.R.L., Gardini, C.H.C., Oba, A., Lima, T.M.A. 2006. Efeito da suplementação de vitamina E no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. *Rev Port Ciência Vet.* 101:87-94.

Torres, E. A. F. S., Campos, N. C., Duarte, M., Garbelotti, M. L., Philippi, S. T., E Rodrigues, R. S. M. 2000. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. *Ciência Tecnol Alim.* 20:145-150.

Van Laack, R.L., Liu, C.H., Smith, M.O., Loveday, H.D. 2000. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. *Poult. Sci.* 79:1057-1061.

Vyncke, W. 1970. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fette, Seifen, Anstrichmittel.* 72:1084 –1087.

Woelfel, R.L. 2002. The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant. *Poult. Sci.* 81:579-584.

Tabela 1 - Composição percentual das rações experimentais pré-inicial e inicial

Ingredientes	Pré-inicial					Inicial				
	Sem óleo	Óleo de soja	Óleo de soja+BHT	Óleo de soja+VitE	Sem óleo	Óleo de soja	Óleo de soja+BHT	Óleo de soja+VitE	Óleo de soja+BHT	Óleo de soja+VitE
Milho Moído	61,09	56,18	56,18	56,18	64,75	59,38	59,38	59,38		59,38
Glúten de milho	5,60	0,52	0,52	0,52	6,25	1,75	1,75	1,75		1,75
Farelo Soja	28,55	36,33	36,33	36,33	24,60	31,34	31,34	31,34		31,34
Farelo Trigo	0,00	0,40	0,40	0,40	0,00	1,31	1,31	1,31		1,31
Óleo de Soja	0,00	2,00	2,00	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00		2,00
Calcário	0,98	0,94	0,94	0,94	0,93	0,91	0,91	0,91		0,91
Fosfato Bicálcico	1,95	1,94	1,94	1,94	1,83	1,81	1,81	1,81		1,81
Bicarbonato de Sódio	0,11	0,11	0,11	0,11	0,21	0,11	0,11	0,11		0,11
Sal Refinado	0,44	0,44	0,44	0,44	0,35	0,42	0,42	0,42		0,42
DL-Metionina	0,19	0,22	0,22	0,22	0,12	0,15	0,15	0,15		0,15
Lisina	0,54	0,37	0,37	0,37	0,42	0,28	0,28	0,28		0,28
Treonina	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14		0,14
Suplemento Vitamínico ⁽¹⁾	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40		0,40
Antioxidante (BHT)	-	-	0,018	-	-	-	-	0,015		-
Antioxidante (Vitamina E)	-	-	-	0,036	-	-	-	-		0,030
Total	100,000	100,000	100,018	100,036	100,000	100,000	100,015	100,030		100,030

(1) Pré-inicial e inicial. Enriquecimento por kg de ração: vitamina A, 14.000 UI, vitamina D3, 2.500 UI, vitamina E, 25,00 mg, vitamina K3, 3,00 mg, vitamina B1, 2,00 mg, vitamina B2, 5,00 mg, vitamina B6, 4,00 mg, vitamina B12, 25,00 µg, niacina, 35 mg, ácido pantotênico, 12,00 mg, biotina, 0,10 mg, ácido fólico, 1,00 mg, colina, 800,00 mg, antioxidante (B.H.T.), 2,00 mg. Enriquecimento por kg de ração: selênio, 0,18 mg, ferro, 50,10 mg, manganês, 78,00 mg, iodo, 0,70 mg, cobre, 10,00 mg, zinco, 55,00 mg.

Tabela 2 - Composição percentual das rações experimentais crescimento e final

Ingredientes	Crescimento					Final		
	Sem óleo	Óleo de soja	Óleo de soja+BHT	Óleo de soja+VitE	Sem óleo	Óleo de soja	Óleo de soja+BHT	Óleo de soja+VitE
Milho Moído	69,10	58,97	58,97	58,97	73,82	63,05	63,05	63,05
Glúten de milho	9,80	0,12	0,12	0,12	8,90	-	-	-
Farelo Soja	15,34	30,30	30,30	30,30	13,13	26,60	26,60	26,60
Farelo Trigo	1,51	2,78	2,78	2,78	-	2,61	2,61	2,61
Óleo de Soja	0,00	4,00	4,00	4,00	-	4,00	4,00	4,00
Calcário	0,92	0,87	0,87	0,87	0,86	0,81	0,81	0,81
Fosfato Bicalcico	1,68	1,63	1,63	1,63	1,54	1,50	1,50	1,50
Bicarbonato de Sódio	0,11	0,11	0,11	0,11	0,34	0,13	0,13	0,13
Sal Refinado	0,40	0,40	0,40	0,40	0,21	0,35	0,35	0,35
Caulim	0,17	0,17	0,17	0,17	0,20	0,27	0,27	0,27
DL-Metionina	0,10	0,16	0,16	0,16	0,12	0,17	0,17	0,17
Lisina	0,57	0,21	0,21	0,21	0,57	0,25	0,25	0,25
Treonina	0,08	0,06	0,06	0,06	0,10	0,07	0,07	0,07
Colina	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
Suplemento Vitamínico ⁽²⁾	0,08	0,08	0,08	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06
Suplemento Mineral ⁽³⁾	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Antioxidante (BHT)	-	-	0,015	-	-	-	0,015	-
Antioxidante (Vitamina E)	-	-	-	0,030	-	-	-	0,030
Total	100,000	100,000	100,015	100,030	100,000	100,000	100,015	100,030

(2) Crescimento. Enriquecimento por kg de ração: vitamina A, 10.000 UI, vitamina D3, 2.000 UI, vitamina K3, 2,00 mg, vitamina B1, 2,00 mg, vitamina B2, 4,00 mg, vitamina B6, 4,00 mg, vitamina B12, 20,00 µg, niacina, 30,00 mg, ácido pantotênico, 10,00 mg, biotina, 0,06 mg, ácido fólico, 1,00 mg, colina, 600,00 mg, antioxidante (B.H.T.), 2,00 mg,

(3) Enriquecimento por kg de ração: selênio, 0,18 mg, ferro, 50,10 mg, manganês, 78,00 mg, iodo, 0,70 mg, cobre, 10,00 mg, zinco, 55,00 mg.

Tabela 3 - Composição nutricional calculada das rações experimentais pré-inicial e inicial

Composição Nutricional	Pré-inicial				Inicial		
	Sem Óleo	Óleo de soja	Óleo de soja+BHT	Óleo de soja+VitE	Sem Óleo	Óleo de soja	Óleo de soja+BHT
Proteína bruta (%)	22,04	22,04	22,04	22,04	20,79	20,79	20,79
EM (kcal/kg de ração)	2.950	2.950	2.950	2.950	3.000	3.000	3.000
Cálcio (%)	0,939	0,939	0,939	0,939	0,884	0,884	0,884
Fósforo disponível (%)	0,47	0,47	0,47	0,47	0,442	0,442	0,442
Lisina disp. (%)	1,33	1,33	1,33	1,33	1,146	1,146	1,146
Metionina disp. (%)	0,519	0,519	0,519	0,519	0,447	0,447	0,447
Met+Cis disp (%)	0,944	0,944	0,944	0,944	0,814	0,814	0,814
Treonina (%)	0,865	0,865	0,865	0,865	0,745	0,745	0,745

Tabela 4 - Composição nutricional calculada das rações experimentais crescimento e final

Composição Nutricional	Crescimento				Final		
	Sem Óleo	Óleo de soja	Óleo de soja+BHT	Óleo de soja+VitE	Sem Óleo	Óleo de soja	Óleo de soja+BHT
Proteína bruta (%)	19,41	19,41	19,41	19,41	18,03	18,03	18,03
EM (kcal/kg de ração)	3.100	3.100	3.100	3.100	3.150	3.150	3.150
Cálcio (%)	0,824	0,824	0,824	0,824	0,763	0,763	0,763
Fósforo disponível (%)	0,411	0,411	0,411	0,411	0,38	0,38	0,38
Lisina disp. (%)	1,073	1,073	1,073	1,073	1,017	1,017	1,017
Metionina disp. (%)	0,429	0,429	0,429	0,429	0,407	0,407	0,407
Met+Cis disp (%)	0,773	0,773	0,773	0,773	0,732	0,732	0,732
Treonina (%)	0,697	0,697	0,697	0,697	0,661	0,661	0,661

Tabela 5 - Método de escala não estruturada e estruturada para os parâmetros utilizados na análise sensorial da carne de frango

Parâmetros	Mínimos	Máximos
Aroma	sem aroma	Aroma muito intenso e característico de carne bovina
Sabor	Sabor muito ruim	Sabor muito bom
Mastigabilidade	Mastigabilidade elástica, borrachenta e difícil de deglutir	Mastigabilidade fácil desintegra na boca, fácil de deglutir
Aroma estranho	1 – nenhum aroma estranho	9 – aroma estranho extremamente forte
Sabor estranho	1 – nenhum sabor estranho	9 – sabor estranho extremamente forte
Maciez	1 – extremamente macia	9 – extremamente não macia (dura)
Suculência	1 – extremamente sem suculência (seco)	9 – extremamente suculento

Tabela 6 - Desempenho produtivo aos 21 e 42 dias de idade de frangos de corte alimentados com rações suplementadas com óleo de soja e antioxidantes

	Tratamentos				CV(%)	Probabilidade
	Sem óleo	Óleo soja	Óleo soja+BHT	Óleo soja+vitE		
PMI (g)	47,54	47,28	47,37	47,63	1,7	P>0,05
PM21d(g)	903	920	901	912	2,2	P>0,05
GPM21d(g)	855	873	853	865	2,3	P>0,05
CR21d(g)	1318	1317	1278	1296	3,16	P>0,05
CA21d	1,56	1,49	1,49	1,5	3,6	P>0,05
VB21d(%)	97,78	97,22	98,33	95	3,53	P>0,05
PM42d(g)	2477b	2769a	2686a	2762a	2,91	P<0,05
GPM42d(g)	2429b	2722a	2639a	2715a	2,96	P<0,05
CR42d(g)	4474	4693	4653	4751	6,69	P>0,05
CA42d	1,83	1,74	1,78	1,81	6,92	P>0,05
VB42d(%)	97,22	91,67	93,89	90,55	5,05	P>0,05
FEP	315	348	337	330	9,22	P>0,05

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

PMI – peso médio inicial, PM21d – peso médio aos 21 dias de idade, GPM21d – ganho de peso médio aos 21 dias de idade, CR21d – consumo de ração aos 21 dias de idade, CA21d – conversão alimentar aos 21 dias de idade, VB21d – viabilidade aos 21 dias de idade, PM42d – peso médio aos 42 dias de idade, GPM42d – ganho de peso médio aos 42 dias de idade, CR42d – consumo de ração aos 42 dias de idade, CA42d – conversão alimentar aos 42 dias de idade, VB42d – viabilidade aos 42 dias de idade, FEP – fator de eficiência de produção.

Tabela 7. Rendimento de carcaça e partes de frangos de corte suplementados com óleo de soja e antioxidantes

	Tratamentos				CV(%)	Probabilidade
	Sem óleo	Óleo soja	Óleo soja+BHT	Óleo soja+vitE		
RCarc(%)	75,11	72,24	74,33	74,64	8,22	P>0,05
RPeito(%)	28,90	28,59	28,44	28,91	6,21	P>0,05
RAsas(%)	8,70	8,46	8,52	8,55	6,85	P>0,05
RCSob(%)	21,61	21,13	21,91	21,27	7,22	P>0,05
RGord(%)	1,69	1,46	1,53	1,51	27,81	P>0,05

RCarc – rendimento de carcaça, RPeito – rendimento de peito, Rasas – rendimento de asas, RCSob – rendimento de coxa e sobrecoxa, RGord – rendimento de gordura.

Tabela 8. Médias obtidas para pH, perda de água por exsudação (PPE), força de cisalhamento (FC) e perda de água por cocção (PPC) de peitos de frangos suplementados com óleo de soja e antioxidantes

	Tratamentos				CV(%)	Probabilidade
	Sem óleo	Óleo soja	Óleo soja+BHT	Óleo soja+vitE		
pH	6,24a	6,07b	5,85c	6,07b	2,3	P<0,01
Perda de água por exsudação (%)	1,54	1,72	1,53	1,70	26,02	P>0,05
FC (N)	12,73a	10,99b	13,26a	12,70a	23,52	P<0,01
Perda de água por cocção (%)	24,23	25,34	25,01	25,4	7,98	P>0,05

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

Tabela 9. Valores médios obtidos com a avaliação instrumental (CIELAB) da cor de peitos de frangos suplementados com óleo de soja e antioxidantes

	Tratamentos				CV(%)	Probabilidade
	Sem óleo	Óleo soja	Óleo soja+BHT	Óleo soja+vitE		
L*	53,21b	56,58a	57,71a	57,41a	4,03	P<0,05
a*	13,42	12,56	12,83	13,12	8,09	P>0,05
b*	17,42a	11,00b	11,03b	11,63b	17,06	P<0,05

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste Tukey (P<0,05) L* - luminosidade, a* - vermelho, b* - amarelo

Tabela 10. Composição centesimal da carne dos peitos de frangos alimentados com rações suplementadas com óleo de soja e antioxidantes

	Tratamentos				CV(%)	Probabilidade
	Sem óleo	Óleo soja	Óleo soja+BHT	Óleo soja+VitE		
Umidade	74,15	74,15	74,31	74,59	0,9	P>0,05
Resíduo Mineral Fixo	1,14	1,16	1,17	1,2	7,4	P>0,05
Proteína	23,07	22,48	22,25	22,63	6,2	P>0,05
Extrato Etéreo	0,87	1,15	1,19	1,23	42,92	P>0,05

Tabela 11. Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) (mg MDA/kg) da carne do peito, coxa e da gordura abdominal de frangos alimentados com rações suplementadas com óleo de soja e antioxidantes.

	TBARS								CV(%)	Probabilidade
	Tratamento					Tempo				
	Média	Sem óleo	Óleo de soja	Óleo de soja+BHT	Óleo de soja+VitE	30 dias	60 dias	120 dias		
Peito	1,08	1,10	0,89	1,53	0,79	1,01	1,46	0,76	185,67	P>0,05
Coxa	2,04	2,00	1,99	2,17	2,00	1,88	2,05	2,20	53,69	P>0,05
Gordura	3,7	2,75b	3,85a	3,71ab	4,58a	3,65B	5,73A	1,80C	34,21	P<0,05

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

Tabela 12. Perfil de ácidos graxos da carne do peito de frangos alimentados com rações suplementadas com óleo de soja e antioxidantes.

Ácidos graxos	Sem óleo	Óleo de soja	Óleo de soja+BHT	Óleo de soja +VitE	Probabilidade
C6:0 – (Caproico)	0,03	0,02	0,31	0,03	P>0,05
C8:0 – (Caprílico)	0,10	0,11	0,12	0,09	P>0,05
C10:0 – (Cáprico)	0,18	0,13	0,16	0,13	P>0,05
C11:0 – (Undecanóico)	1,49	1,18	1,29	1,17	P>0,05
C12:0 – (Láurico)	0,20	0,11	0,19	0,10	P>0,05
C13:0 – (Tridecanóico)	0,00	0,00	0,00	0,00	P>0,05
C14:0 – (Mirístico)	1,64	1,69	1,82	1,99	P>0,05
C14:1 – (Miristoléico)	0,00	0,01	0,00	0,00	P>0,05
C15:0 – (Pentadecanóico)	0,00	0,00	0,00	0,00	P>0,05
C15:1 – (Cis-10 pentadecanóico)	0,00	0,00	0,00	0,00	P>0,05
C16:0 – (Palmitico)	30,37	29,59	30,79	29,70	P>0,05
C16:1 – (Palmitoléico)	0,06	0,01	0,10	0,01	P>0,05
C17:0 – (Margárico)	0,08	0,38	0,06	0,00	P>0,05
C17:1 – (Heptadecenóico)	0,00	0,01	0,00	0,00	P>0,05
C18:0 – (Estearico)	6,56	7,05	7,44	6,38	P>0,05
C18:1n9c – (Oléico)	15,43	12,90	13,53	13,84	P>0,05
C18:1n9t – (Elaidico)	24,64	28,91	22,07	26,32	P>0,05
C18:2n6c – (linoléico)	8,82	10,82	13,57	12,00	P>0,05
C18:2n6t – (Linolelaídico)	2,57	0,40	0,45	0,53	P>0,05
C18:3n3 – (Linolênico)	1,31	0,64	1,19	0,99	P>0,05
C18:3n6 – (γ-linolênico)	0,88	0,50	0,40	0,63	P>0,05
C20:0 – (Araquidico)	0,39	0,05	0,17	0,16	P>0,05
C20:1 – (Gadoléico)	0,34	0,06	0,31	0,87	P>0,05
C20:2	0,15	0,00	0,00	0,00	P>0,05
C20:3n3 – (Eicosatrienóico)	0,03	0,00	0,01	0,00	P>0,05
C20:3n6	1,33	1,69	2,13	1,34	P>0,05
C20:4	0,80	1,72	1,96	1,63	P>0,05
C20:4n6 – (Araquidônico)	1,95	1,56	0,52	0,82	P>0,05
C20:5n3 – (Eicosapentaenóico)	0,35	0,30	0,05	0,77	P>0,05
C21:0 – (Heneicosanóico)	0,01	0,05	0,01	0,00	P>0,05
C22:0 – (Behênico)	0,06	0,02	0,25	0,00	P>0,05
C22:1n9 – (Erucico)	0,04	0,01	0,05	0,03	P>0,05
C22:2 – (Docosadienóico)	0,00	0,02	0,68	0,00	P>0,05
C22:6n3	0,00	0,20	0,13	0,33	P>0,05
C23:0 – (Tricosanóico)	0,20	0,00	0,23	0,00	P>0,05
C24:0 – (Lignocérico)	0,00	0,02	0,04	0,00	P>0,05
C24:1	0,01	0,06	0,00	0,14	P>0,05
AGS	41,31	40,40	42,88	39,75	P>0,05
AGM	40,52	41,97	36,06	41,21	P>0,05
AGP	18,19	17,85	21,09	19,04	P>0,05
ω3	1,69	1,14	1,38	2,09	P>0,05
ω6	15,55	14,97	17,07	15,32	P>0,05
AGM/AGS	0,98	1,04	0,84	1,04	P>0,05
AGP/AGS	0,44	0,44	0,49	0,48	P>0,05
ω3/ω6	0,11	0,08	0,08	0,14	P>0,05

AGS - ácidos graxos saturados; AGM – Ácidos graxos Monoinsaturados; AGP- Ácidos graxos Poliinsaturados; ω3 – ômega 3; ω6 – ômega 6;

Tabela 13. Valores médios dos atributos sensoriais de peitos de frangos alimentados com rações suplementadas com óleo de soja e antioxidantes.

	Tratamentos					
	Sem	óleo	Óleo soja	Óleo soja+BHT	Óleo soja+vitE	Probabilidade
Aroma	6,17		6,21	6,38	6,29	P>0,05
Aroma Estranho	1,08		1,00	1,00	1,00	P>0,05
Sabor	7,21		7,32	7,22	7,54	P>0,05
Sabor Estranho	1,00		1,00	1,00	1,25	P>0,05
Maciez	2,83		2,50	2,83	3,00	P>0,05
Suculência	4,00		4,42	3,58	4,25	P>0,05
Mastigabilidade	6,60		6,52	6,39	6,26	P>0,05

Capítulo 3

Implicações

Estudos com ácidos graxos poliinsaturados e antioxidantes tem aumentado, mas ainda existem resultados controversos. O organismo necessita dos ácidos graxos essenciais e que é possível enriquecer as carnes através da inclusão deles na dieta animal, é necessário definir as melhores fontes e suas vantagens. Os antioxidantes também são importantes e essenciais, o atendimento da exigência traz benefícios ao organismo do animal, favorecendo seu desenvolvimento e produção, e utilizando a estratégia certa é possível transferir seu efeito à carne, melhorando aspectos de qualidade e beneficiando até o consumidor que passa a consumir um produto nutricionalmente enriquecido como no caso da vitamina E.

Os resultados do trabalho mostraram que ainda é difícil obter os resultados esperados, as fontes de ácidos graxos insaturados e antioxidantes estão disponíveis para utilização, mas é preciso encontrar o nível adequado de inclusão assim como as condições e associações de nutrientes que otimizem a atuação deles no organismo.