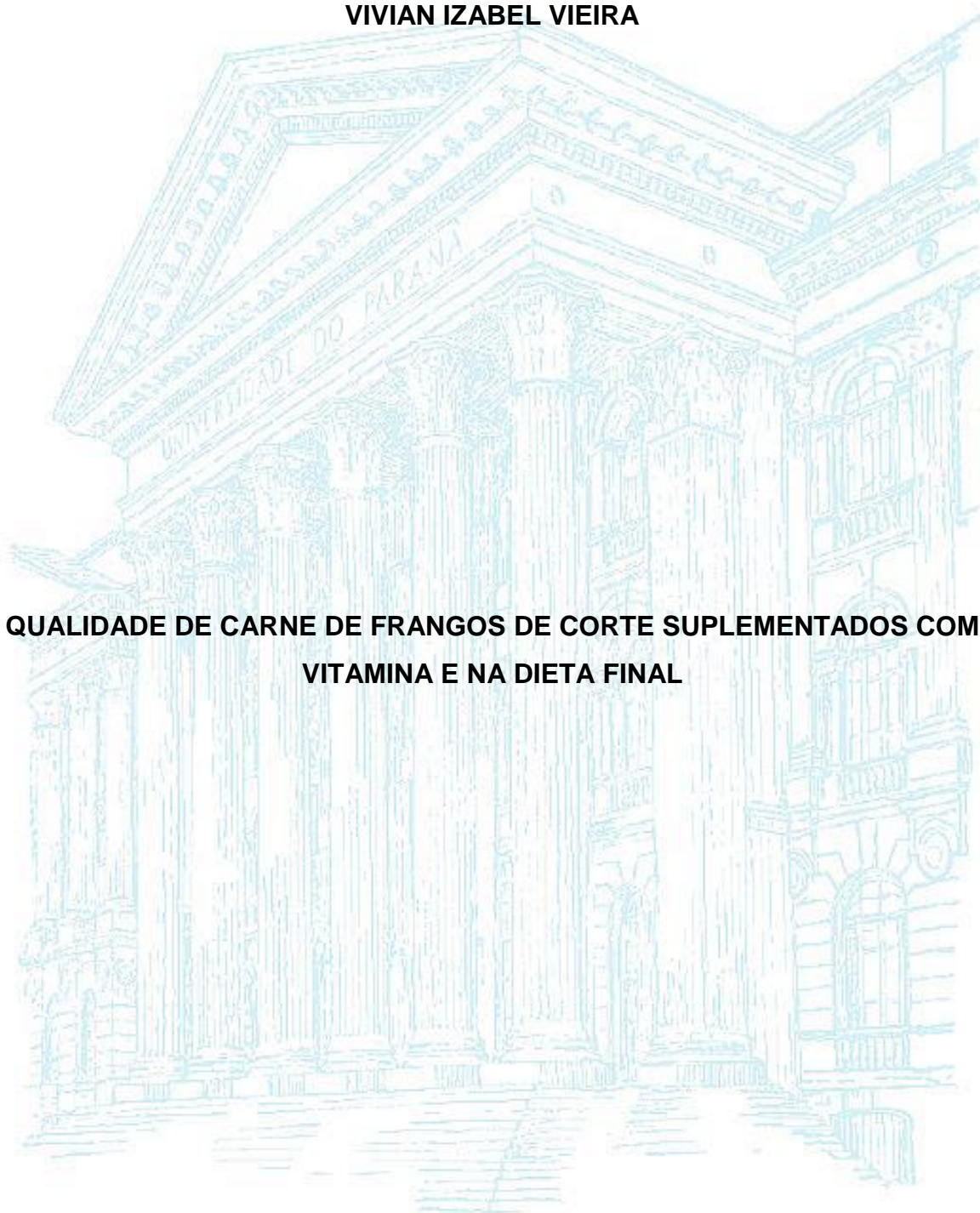


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

VIVIAN IZABEL VIEIRA

**QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM
VITAMINA E NA DIETA FINAL**



CURITIBA

2016

VIVIAN IZABEL VIEIRA

Zootecnista

**QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM
VITAMINA E NA DIETA FINAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Zootecnia, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ-UFPR), Área de concentração em Nutrição e Produção Animal, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador(a): Prof. Dra. Simone Gisele de Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Oba

CURITIBA

2016

V658 Vieira, Vivian Izabel
Qualidade de carne de frangos de corte suplementados com
vitamina e na dieta final. Vivian Izabel Vieira. Curitiba: 2016.
55 f. il.

Orientadora: Simone Gisele de Oliveira.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.
Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia.

1. Frango de corte – Alimentos e rações. 2. Vitaminas na
nutrição animal. I. Oliveira, Simone Gisele de. II. Universidade
Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDU 636.5.084

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA



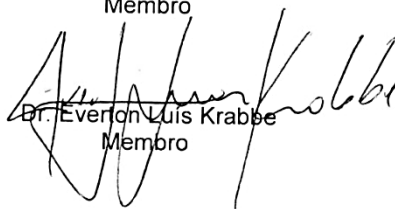
PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada “QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM VITAMINA E NA DIETA FINAL” apresentada pela Mestranda **VIVIAN IZABEL VIEIRA**, declara ante os méritos demonstrados pela Candidata, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09-CEPE/UFPR, que considerou a candidata apta para receber o Título de Mestre em Zootecnia, na Área de Concentração em Nutrição e Produção Animal.

Curitiba, 23 de Março de 2016.


Professora Dra Simone Gisele de Oliveira
Presidente/Orientador


Professora Dra Ananda Portella Félix
Membro


Dr. Everton Luis Krabbe
Membro



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS**

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo número 009/2015, referente ao projeto “Qualidade de carne de frangos suplementados com selênio e vitamina E”, sob a responsabilidade de Simone Gisele de Oliveira, na forma em que foi apresentado (utilização de 444 frangos e como grau B de invasividade), foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná - Brasil, em reunião realizada dia 13 de março de 2015.

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 009/2015, regarding the project “Meat quality of broiler supplemented with selenium and vitamin E”, under Simone Gisele de Oliveira supervision, in the terms it was presented (use of 444 animals and was classified as grade B of invasiveness), was approved by the Animal Use Ethics Committee of the Agricultural Sciences Campus of the Universidade Federal do Paraná (Federal University of the State of Paraná, Brazil) during session on March 13, 2015.

Curitiba, 13 de Março de 2015.

Handwritten signature of Ananda Portella Félix in black ink.

Ananda Portella Félix
Presidente CEUA-SCA

Handwritten signature of Simone Tostes de Oliveira Stedile in black ink.

Simone Tostes de Oliveira Stedile
Vice-Presidente CEUA-SCA

DEDICO
Aos meus pais,
Ao meu irmão,
Ao meu Eduardo.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ser minha fonte de força, por nos agraciar com suas bênçãos e não nos deixar desistir nos momentos difíceis. Obrigada Senhor pelas oportunidades que nos foram dadas e as que ainda estão por vir. Obrigada pelas pessoas boas que o Senhor colocou no nosso caminho até hoje.

Aos meus pais, Vilson e Dalva, por todo amor, apoio e incentivo nos estudos. Ao meu irmão Rafael e sua linda família, pelo imenso apoio para que essa etapa se concretizasse. Ao meu irmão de coração Éder, pelo exemplo de força e dedicação. Sem vocês comigo, eu nada seria!

Ao Eduardo, meu amado namorado, meu melhor amigo, confidente e companheiro para toda vida. Obrigada por fazer parte de cada momento, pelo incentivo e pelas inúmeras conversas que tanto me ajudam. Essa conquista é nossa.

Aos meus familiares que torceram e me apoiaram para conclusão de mais uma fase da minha formação.

A Lucelia e Álida, duas amigas que a zootecnia me deu em Maringá. Obrigada meninas, pelo apoio e pela companhia nesses dois anos de Curitiba que foram cheios de desafios.

As empresas Adisseo e DSM pelo apoio na execução dos experimentos.

Ao Professor Dr. Alexandre Oba pela orientação neste trabalho e toda sua equipe de trabalho pelo auxílio nas análises de qualidade de carne.

Aos grandes professores que fazem o LEPNAN ser esse grupo tão especial e forte, Professor Dr. Alex Maiorka, Professora Dra. Simone G. de Oliveira, Professora Dra. Ananda P. Félix e Professora Dra. Chayane da Rocha. Graças a vocês pude conviver com pessoas incríveis, vi que o mundo é bem maior fora da nossa zona de conforto e cheio de oportunidades. Levo comigo uma experiência inesquecível!

Meus agradecimentos mais do que especiais, Professora Simone muito obrigada pela orientação em todos os trabalhos que foram realizados nesse período, pela amizade e pelo acolhimento maternal durante esse período. Professor Alex, obrigada pelas conversas sempre construtivas, pela confiança que me foi concedida e pelos desafios. Aprendi muito e levo coisas boas para minha vida profissional e pessoal. Sou muito grata pelo apoio de vocês desde o dia em que cheguei na UFPR.

Obrigada aos meninos e meninas estagiários da avicultura que me ajudaram na execução dos experimentos. Meus colegas de pós (mestrado e doutorado), muito obrigada pela ajuda incondicional na execução e condução dos experimentos, pela troca de experiências e conhecimento na área. Obrigada pelo tempo que convivemos dentro da nossa tão apertada sala de estudos, pelos cafés divertidos e intermináveis nos intervalos de serviço de fazenda, pelas conversas e pela companhia de cada um.

Aos colegas do LEPNAN/LENUCAN que tive a oportunidade de conhecer nesses dois anos. Ao pessoal das aves, suínos e cães, que pude conviver por mais tempo durante o mestrado, Josiane C. Panisson, Andréia Massuquetto, Sthéfanie C. Dassi, Tabyta T. Sabchuck, Daniele C. de Lima, Gabriela C. Dal Pont, Emanuele C. Goes, Lucas N. E. Barrilli, Vinicius G. Schramm, Ronan Omar e Thiago A. Cruz. Obrigada pessoal!

Ao pessoal do Laboratório de Nutrição Animal da UFPR, lugar que passei boa parte do meu mestrado e aprendi muito. Em especial, a minha chefinha Cleusa, obrigada por ser tão querida e mãezona para mim, uma pessoa de muita energia boa e coração cheio de alegria.

A CAPES e Fundação Araucária pela concessão da bolsa de estudos.

Muito obrigada!!!

*“É preciso força pra sonhar e perceber
Que a estrada vai além do que se vê...”*

RESUMO

A avicultura de corte é uma das atividades que mais se destacam no cenário do agronegócio no Brasil devido ao nível de desenvolvimento e aprimoramento de estratégias, principalmente no campo da nutrição. Dentro da nutrição de frangos de corte é possível aplicar técnicas que são capazes de modificar características de qualidade de carne, como por exemplo, a utilização de substâncias antioxidantes na dieta, como a vitamina E. O objetivo do estudo é investigar se há na qualidade de carne de frangos de corte, quando suplementados com diferentes doses de vitamina E em períodos distintos na fase final de criação. Foram avaliadas cinco doses de vitamina E (30, 90, 150, 210 e 270 mg*kg⁻¹ de ração) na dieta final (42 a 54 dias de idade) para frangos. Para a avaliação dos parâmetros de qualidade de carne foram abatidos 50 frangos de corte em cada período, totalizando 200 aves ao final do experimento. A idade dos animais ao abate teve efeito significativo no pH da carne 24 horas *post mortem* (P<0,001), capacidade de retenção de água (CRA) (P=0,008), força de cisalhamento (FC) (P<0,001), luminosidade (L) (P=0,007) e intensidade do componente vermelho (a*) (P=0,002). O pH da carne de frango, CRA, L e a*, tiveram aumento de forma quadrática em relação a idade das aves ao abate (P<0,05). Para a variável L, houve efeito significativo (P=0,007) também para as doses de vitamina E utilizadas. A FC aumentou de forma linear em relação a idade de abate dos animais, bem como, a L* para as doses de vitamina E que foram utilizadas. Não houve interação significativa entre as doses de vitamina E com a idade das aves ao abate para os parâmetros qualitativos avaliados. Os resultados mostram que com base nas condições do presente estudo, somente a L da carne de frango foi afetada pelas doses de vitamina E. Para as demais variáveis, foi observado efeito quanto a idade dos animais ao abate.

Palavras-chave: Antioxidantes, Aves, Monogástricos, Nutrição animal

ABSTRACT

Broiler industry is one of the activities that highlighted in Brazilian agribusiness due to the level of development and improvement strategies mainly in nutrition field. Inside broiler nutrition field is possible to apply techniques that are able to modify meat quality characteristics, for example, using antioxidants agents in feed, as vitamin E. The main goal of this study is to investigate if there is some influence of vitamin E in meat quality characteristics of broilers supplemented with different doses of vitamin E in finish period. Five doses of vitamin E were assessed (30, 90, 150, 210 e 270 mg*kg⁻¹ of ration) in finish diet (42 to 54 day-old) for broilers and what are the effects of these doses on meat quality parameters. For evaluation of these parameters were slaughtered 50 broilers in each period, amounting 200 broilers until the end of this trail. The age at slaughtered had significant effect in meat pH 24 hours *post mortem* (P<0,001), water holding capacity (WHC) (P=0,008), shear force (SF) (P<0,001), brightness (P=0,007), redness (P=0,002). Broiler meat pH, WHC, L* and a* values had increased in quadratic proportion in relation to broilers age at slaughtered. For L*, there was also a significant effect (P=0,007) for doses of vitamin E. The SF increased linearly up in relation to broilers age at slaughtered, just as well, the L* for the doses of vitamin E. There was no statistically significant interaction among doses of vitamin E and broilers age at slaughtered for all the meat quality characteristics assessed. The results showed that, under trial conditions, only the L* was affected by the doses of vitamin E. For others variables there were effect in meat quality only by the age at slaughtered.

Key words: Antioxidants, Poultry, Non-ruminants, Animal Nutrition

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** – Estruturas e nome dos compostos químicos tocoferóis e tocotrienóis..... 19
- FIGURA 2** – Etapas de oxidação lipídica e oxidação da cor em produtos cárneos..... 24
- FIGURA 3** – Esquema para demonstração das três formas de água no tecido muscular..... 27

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Ingredientes e composição química da dieta experimental fornecida de 42 a 54 dias de idade das aves.....	39
-		
TABELA 2	Parâmetros de qualidade de carne, de machos Cobb 500 suplementados com diferentes níveis de vitamina E e abatidos aos 45, 48, 51 e 54 dias de idade	43
-		
TABELA 3	P-valor, modelos de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para as variáveis de qualidade de carne, de machos Cobb 500 suplementados com diferentes níveis de vitamina E e abatidos aos 45, 48, 51 e 54 dias de idade.....	45
-		

LISTA DE ABREVIATURAS

a*	– Intensidade do componente vermelho
ANOVA	– Análise de variância
b*	– Intensidade do componente amarelo
CEUA	– Comissão de ética para o uso de animais
CRA	– Capacidade de retenção de água
DFD	– Escura, firme e seca
FC	– Força de cisalhamento
FG	– Fibras musculares rápidas glicolíticas
FOG	– Fibras musculares rápidas, oxidativas e glicolíticas
HDL	– Lipoproteína de alta densidade
IDL	– Lipoproteína de densidade intermediária
L	– Luminosidade
LDL	– Lipoproteína de baixa densidade
PPC	– Perdas por cocção
PSE	– Pálida, flácida e exudativa
ROS	– Substâncias reativas ao oxigênio
TBARS	– Substâncias reativas ao Ácido Tiobarbitúrico
TTPA	– Proteína de transferência do alfa tocoferol
UI	– Unidade internacional
VLDL	– Lipoproteína de muito baixa densidade

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1. PANORAMA DA AVICULTURA NO BRASIL	15
2.2. VITAMINAS NA NUTRIÇÃO DE FRANGOS DE CORTE	16
2.3. VITAMINA E: PROPRIEDADES E FORNECIMENTO NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE	19
2.4. AÇÃO ANTIOXIDANTE DA VITAMINA E.....	20
2.5. VITAMINA E E QUALIDADE DE CARNE.....	22
2.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
3. QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM VITAMINA E NA DIETA FINAL (42 A 54 DIAS DE IDADE).....	35
RESUMO.....	35
ABSTRACT	36
3.1. INTRODUÇÃO	37
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
3.2.1. ANIMAIS E LOCAL DO EXPERIMENTO	38
3.2.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E DIETA.....	38
3.2.3. SELEÇÃO DOS ANIMAIS E COLETA DE AMOSTRAS	39
3.2.4. ANÁLISES DE QUALIDADE DE CARNE.....	40
3.2.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA	41
3.3. RESULTADOS	42
3.4. DISCUSSÃO	45
3.5. CONCLUSÕES	49
3.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
4.1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1. INTRODUÇÃO

O Brasil terminou o ano de 2015 como o segundo maior produtor de frangos de corte, foram 13,146 milhões de toneladas (ABPA, 2016), sendo superado apenas pelos EUA (18,182 milhões toneladas, USDA, 2016) e se consolidou como maior exportador desta carne, 4,304 milhões de toneladas (ABPA, 2016).

Este desempenho é devido a avicultura brasileira ser uma das mais desenvolvidas e sustentáveis do mundo. Esta capacidade produtiva do Brasil, se deve a grande produção de grãos (milho e soja), ao mercado consumidor interno e externo, a estrutura de integração bem estruturada e implantada no país e aos avanços com pesquisas científicas que permitem a obtenção de ótimos resultados de campo. Além disto, a qualidade da carne de frango brasileira, permite que nossos produtos sejam exportados para mais de 150 países do mundo.

Para manter esta competitividade, pesquisas principalmente na área de nutrição são fundamentais, visto que esta é responsável por 70% do custo de produção do frango de corte. Além de melhorar o desempenho animal, através da nutrição, pode-se melhorar a qualidade da carne, característica cada dia mais importante nos mercados consumidores. Dentre as características de qualidade mais importante para a carne de frango, está a vida de prateleira, avaliada principalmente pela oxidação da carne, visto que alterações nesta característica, pode promover mudanças na coloração, textura, valor nutritivo e possivelmente até a formação de compostos que apresentem alguma toxicidade (JENSEN et al., 1998).

Assim, o uso de substâncias que possam inibir ou retardar o aparecimento da oxidação lipídica na carne é de suma importância para manter a qualidade desta. Um dos nutrientes que apresentam esta característica é a vitamina E, que quando utilizada em níveis superiores aos preconizados para o máximo desempenho, podem atuar aumentando a estabilidade oxidativa (CEPERO BRIZ E BLANCO PÉREZ, 2012).

O alfa-tocoferol é o representante mais importante do grupo de compostos com atividade de vitamina E, por apresentar maior atividade biológica, maior índice de absorção intestinal, maior deposição nos tecidos, menor excreção fecal e oxidação mais lenta quando comparado às demais formas encontradas (RICE E KENNEDY, 1988) e a concentração de vitamina E acumulada no músculo depende das características do mesmo, do nível de suplementação e da duração da suplementação da dieta.

Tendo em vista a importância da nutrição na qualidade de carne de frango, em específico a utilização de vitamina E na dieta, seu papel biológico e como pode atuar para melhorar a qualidade do produto final, estes fatores serão debatidos no decorrer do presente trabalho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. PANORAMA DA AVICULTURA NO BRASIL

A avicultura de corte é a atividade agropecuária que coloca o Brasil em destaque, como o segundo maior produtor de frangos de corte e primeiro lugar como país exportador de carne de frango (ABPA, 2016). Mesmo com a situação de crise econômica que o país está vivenciando, a produção de frangos de corte está conseguindo se manter de maneira satisfatória.

Devido a demanda e as condições de produção, o Brasil apresenta um cenário favorável para desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias voltadas para a avicultura industrial. Todo o crescimento da avicultura se deve aos avanços em melhoramento genético, estudos em nutrição, ambiência, bem-estar, sanidade e manejo adequado.

O milho e o farelo de soja são os dois ingredientes principais utilizados na formulação de dietas para aves no Brasil. A produção de grãos e a disponibilidade de área no Brasil, são as duas principais razões para que a avicultura de corte seja uma atividade forte e que se desenvolva cada vez mais no país. Na safra brasileira de 2014/2015 foram produzidos 84.304,3 mil toneladas de milho e 96.203,5 mil toneladas de soja grão. De todo esse montante produzido, cerca de 55.959,5 mil toneladas de milho foram consumidas dentro do país no ano de 2015 (CONAB, 2015). Já para o farelo de soja, um dos produtos oriundos da soja grão de maior participação no cenário de produção avícola, este teve uma produção estimada em 30.878,0 mil toneladas na safra 2015/2016 e consumo interno de 15.150,0 mil toneladas de acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2012).

Quando se comparam os dados da produção na avicultura de corte por regiões no Brasil, os estados do Sul se destacam quanto a produção e exportação. No ano de 2014 o estado do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul produziram juntos

63,46% do total de carne de frango de corte, isso corresponde a pouco mais de 8,05 milhões de toneladas. Quanto a exportação, os três estados do Sul do Brasil foram responsáveis por 75% do total exportado no mesmo ano (ABPA, 2015).

Diante de todo o potencial e características favoráveis para a produção de frangos de corte, o principal foco de toda a cadeia é o consumidor final. O brasileiro adquiriu o hábito de consumir carne de frango primeiramente por ser uma alternativa de proteína animal mais acessível economicamente e por ser uma boa fonte de proteína com baixo valor calórico quando comparada a carne de bovina. Torres *et al.*(2000) demonstraram que as carnes de aves apresentam valores calóricos inferiores se comparadas as carnes de origem bovina, por exemplo, 100g de peito de frango sem osso apresentou 100kcal e a mesma quantidade de contrafilé bovino tinha cerca de 192Kcal. O consumo per capita de carne de frango no Brasil no ano de 2014, chegou a 42,78 kg/hab/ano (ABPA, 2015). Segundo Levy-Costa *et al.* (2005) do ano de 1974 até 2003, os brasileiros passaram a consumir mais carne diariamente, sendo que a carne de frango foi a que apresentou maior crescimento (100%) quando comparada a carne bovina (22%).

Baseado nisso, se faz necessário o contínuo desenvolvimento e aprimoramento de parâmetros de produção, afim de ter uma carne de melhor qualidade para o consumidor. Para isso, a nutrição animal atua diretamente para obtenção de um bom produto final e no desenvolvimento de estratégias para obter um produto final com qualidade e baixo custo de produção.

2.2.VITAMINAS NA NUTRIÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

As vitaminas são substâncias orgânicas que estão presentes em diversos alimentos em quantidades pequenas. Apesar de grande parte não ser sintetizadas pelos animais monogástricos em quantidade suficientes, são essenciais para o bom funcionamento do organismo e das funções biológicas.

Há dois grupos nos quais as vitaminas podem ser divididas de acordo com a sua solubilidade. As vitaminas hidrossolúveis são as que participam de rotas metabólicas, ou seja, são responsáveis pela transferência de energia no organismo e essenciais para o bom funcionamento, são elas: vitamina C (ácido ascórbico), vitamina B1 (tiamina), vitamina B2 (riboflavina), vitamina B3 (niacina), vitamina B5

(ácido pantotênico), vitamina B6 (pirodoxina), vitamina B8 (biotina), vitamina B9 (ácido fólico), vitamina B12 (cobalamina) e colina (RUTZ, 2002).

As vitaminas lipossolúveis, vitamina A (ácido retinóico), vitamina D (sintetizada a partir de precursores quando o animal se expõe aos raios solares), vitamina E e vitamina K (sintetizada também no trato intestinal de monogástricos), desempenham papel importante no desenvolvimento do organismo do animal, tais como: participação em reações que envolvam formação de pigmentos essenciais para visão; formação de mucopolissacarídeos e glicoproteínas essenciais para bom desenvolvimento do sistema ósseo; metabolismo hormonal da glândula tireoide; modulação da absorção de cálcio e fósforo no intestino; regulação e manutenção do mecanismo de coagulação sanguínea; proteção do sistema imunológico; prevenção de estresse oxidativo no meio celular; prevenção de distúrbios reprodutivos (NELSON E COX, 2002; RUTZ, 2002).

As dietas devem ser suplementadas com vitaminas porque os ingredientes que as compõem muitas vezes apresentam quantidades insuficientes em relação as exigências dos animais em suas fases de produção (CEPERO BRIZ E BLANCO PÉREZ, 2012). A utilização de vitaminas nas dietas de frangos, é feita com a inclusão de uma mistura de complexos vitamínicos que atende os níveis mínimos para que o animal apresente máximo desempenho a um baixo custo (RUTZ, 2002).

As vitaminas podem interagir com outros nutrientes, como por exemplo, a síntese de vitamina B3 (niacina) a partir do aminoácido triptofano. Outro caso, são os grupos de vitaminas que participam da síntese de aminoácidos e carboidratos e as que interagem com minerais, como é o caso da vitamina E com o selênio (CEPERO BRIZ E BLANCO PÉREZ, 2012).

Existe uma grande divergência dos níveis de utilização de vitaminas na nutrição de frangos de corte. No Brasil, usa-se como base para formulação as exigências listadas nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al. 2011), já em outros países, boa parte das dietas são formuladas conforme o *Nutrient Requirements of Poultry* (NRC, 1994). Essas fontes utilizadas para formulação das dietas apresentam apenas as necessidades mínimas para um bom desenvolvimento dos animais a campo e de acordo com Félix *et al.* (2009) esses níveis não estão bem correlacionados com os níveis recomendados pela indústria comercial. Apenas para as vitaminas lipossolúveis (A, D, K e E) a variação pode ser de até 24 vezes quando se compara

os valores preconizados e os que são fornecidos nas dietas comerciais seguindo as formulações industriais.

Diversos estudos foram realizados com o objetivo de avaliar níveis de vitamina E ideais que sejam capazes de influenciar diversos aspectos na produção. Por exemplo, para verificar resposta imunológica de animais que foram submetidos a desafios. Liu *et al.* (2014) suplementaram frangos de corte com 40 UI de vitamina E e submeteram os animais com 3 dias de idade a desafio com *Salmonella*, os autores obtiveram efeitos positivos quanto a resposta imune desses animais. De acordo com

Leshchinsky e Klasing (2001) a utilização de doses moderadas que ficam entre 25 a 50 UI por kg de ração tem efeito evidente na resposta imune do que quando se usa doses mais altas entre 100 e 200 UI por kg de ração, isso ocorre devido ao equilíbrio celular entre a quantidade de radicais livres que são formados e a quantidade de antioxidante que a célula dispõe nessas situações.

Niki *et al.* (1995) observaram interação entre vitamina E e C, onde o uso destas vitaminas apresentaram atividade sinérgica antioxidante, sendo que a vitamina E é mais eficiente em remover radicais livres em termos de membrana celular e lipoproteínas e a vitamina C é capaz de reciclar os radicais de alfa-tocoferil, promovendo uma renovação da molécula de alfa-tocoferol no processo de oxidação *in vivo*. Esse sinergismo acontece devido ao meio em que cada vitamina atua, a vitamina E por ter caráter hidrofóbico se associa a bicamada lipídica da membrana celular, já a vitamina C apresenta caráter hidrofílico, ou seja, tem maior afinidade por ambiente aquoso e vai atuar no citosol. Pode-se dizer então que ambas desempenham um papel conjunto na ação como antioxidante, porém em locais distintos.

Outros estudos também foram feitos para investigar a utilização de vitamina E na dieta e qual o efeito disso na carne estocada quanto a estabilidade oxidativa e no perfil de compostos que são produzidos durante esse período (SHELDON *et al.* 1997), Esses compostos geralmente são sulfurados e sofrem volatilização, conferindo odor e sabor desagradáveis ao produto (NAM *et al.*, 2002). De acordo com os mesmos autores, 100 UI de vitamina E na dieta é suficiente para reduzir as taxas de oxidação lipídica em carnes estocadas sob refrigeração e diminuir a produção dos compostos voláteis.

2.3. VITAMINA E: PROPRIEDADES E FORNECIMENTO NA DIETA DE FRANGOS DE CORTE

Os animais monogástricos, tanto quanto ruminantes, não são capazes de sintetizar vitamina E na quantidade necessária para manutenção do seu próprio organismo, portanto a quantidade de vitamina E que o animal precisa deve ser fornecida na dieta. O fornecimento geralmente é feito na forma sintética de alfa-tocoferol. Esse composto é a forma mais efetiva biologicamente de vitamina E para animais (HALLIWELL E GUTTERIDGE, 1999).

O termo Vitamina E foi empregado para designar a formação de quatro isômeros de tocoferóis (alfa, beta, gama e delta-tocoferol) e outros quatro tocotrienóis (alfa, beta, gama e delta-tocotrienol). Dentre eles, o alfa-tocoferol é o que atua como antioxidante lipossolúvel de maior efetividade no meio celular quando comparado aos demais (SURAI, 2003). Esses compostos se diferenciam estruturalmente quanto ao número de ligações (saturações e insaturações) e a posição do grupo metila (Me) ligado ao radical fenólico (KAMAL-ELDIN E APPELQYIST, 1996) conforme apresentado na Figura 1.

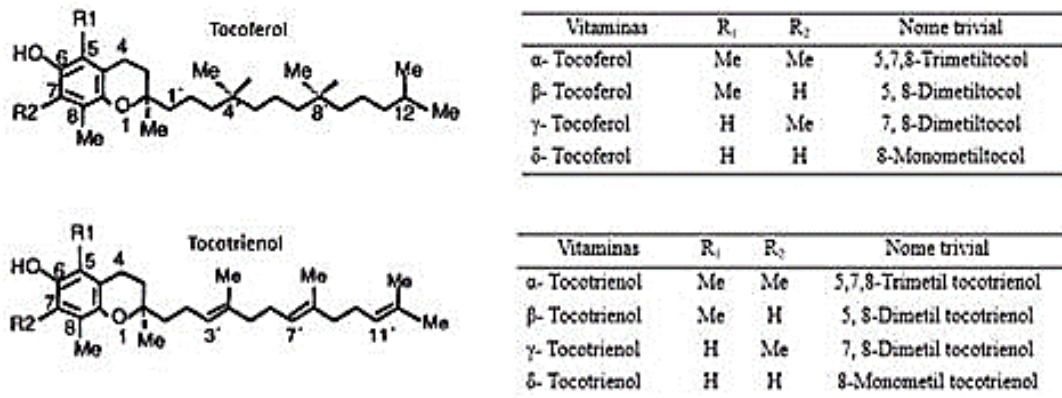


FIGURA 1 – ESTRUTURAS E NOME DOS COMPOSTOS QUÍMICOS TOCOFERÓIS E TOCOTRIENÓIS (ADAPTADO DE KAMAL-ELDIN E APPELQYIST, 1996).

O mecanismo de absorção de vitamina E é semelhante ao de digestão e absorção de gorduras e ocorre no intestino delgado por ação de enzimas lipases que hidrolisam a forma esterificada da vitamina E (RUTZ, 2002). Após a hidrolise, a vitamina E é absorvida pelos enterócitos. No intestino delgado a molécula de vitamina E esterificada é incorporada aos quilomícrons junto a outras substâncias. No

momento que os quilomícrons chegam a circulação sistêmica, parte dos tocoferóis sofrem ação da enzima lipase lipoproteica (LPL) e são transportados para o fígado. No fígado, a proteína de transferência do alfa tocoferol (TTPA) faz com que uma parte do alfa tocoferol seja incorporado as lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) e o restante seja excretado via secreção biliar e eliminada nas fezes. No momento em que a VLDL é secretada na circulação sanguínea, ocorre a conversão em lipoproteína de densidade intermediária (IDL) e lipoproteína de baixa densidade (LDL) pela ação da lipase lipoproteica. O excesso de compostos, incluindo o alfa tocoferol, são transferidos para as lipoproteínas de alta densidade (HDL) (HERRERA BARBAS, 2001). De acordo com Barroeta (2007) a absorção intestinal de vitamina E em frangos de corte é em média de 42%.

Conforme as necessidades listadas no *Nutrient Requirements of Poultry* (NRC, 1994), a recomendação de vitamina E por kg de ração durante o período de criação é de 10 mg/kg, porém os valores de acordo com as exigências descritas por fase de criação na Tabela Brasileira para Aves e Suínos (ROSTAGNO *et al.*, 2011) são de 35 mg*kg⁻¹ na dieta pré inicial (1 a 7 dias), 31 mg*kg⁻¹ na dieta inicial (8 a 21 dias), 28 mg*kg⁻¹ na dieta de crescimento I (22 a 35 dias), 21 mg*kg⁻¹ na dieta de crescimento II (36 a 42 dias) e na 18 mg*kg⁻¹ na final (43 a 49 dias). Esses níveis foram estipulados para suprir somente as necessidades básicas fisiológicas desses animais em cada fase de produção e com o objetivo de evitar o desencadeamento de distúrbios metabólicos. Quando o objetivo é melhorar determinados parâmetros, sejam eles, em questão de resposta imune, diminuição dos efeitos provocados por situações de estresse ou para melhorar os atributos de qualidade carne, essas doses ultrapassam os níveis preconizados nas literaturas comumente utilizadas para formulação. (MORRISSEY *et al.*, 1994; NIU *et al.*, 2009; SENOBAR-KALATI *et al.*, 2012; LIU *et al.*, 2014).

2.4. AÇÃO ANTIOXIDANTE DA VITAMINA E

Os antioxidantes são compostos que mesmo em concentrações menores do que um possível substrato oxidável, são capazes de retardar e até mesmo prevenir o desencadeamento das reações de oxidação. Pamplona e Constantini (2011) definem antioxidantes como qualquer substância capaz de prevenir, retardar, remover ou proteger a célula de danos oxidativos. Biologicamente, Júnior *et al.* (1998) definiram

antioxidantes como as substâncias que são capazes de proteger os sistemas biológicos dos efeitos deletérios provocados pelos processos oxidativos no meio celular.

O processo de oxidação celular ocorre em três fases (iniciação, propagação e terminação) e envolve ácidos graxos poli-insaturados e oxigênio em reações em cadeia de forma irreversível (ARAÚJO, 2015). Devido ao caráter lipossolúvel da molécula da vitamina E, o tocoferol está associado a bicamada lipídica da membrana celular e é considerado o principal agente antioxidante que quebra a cadeia de reações (HALLIWELL E GUTTERIDGE, 1999).

Durante o processo de respiração celular, o oxigênio se reduz a água e quando esse processo não é completo, ocorre a formação de substâncias conhecidas como ROS ou espécies reativas ao oxigênio (PANDA E CHERIAN, 2014).

O animal entra em situação de estresse oxidativo quando a quantidade ROS é superior a atividade do sistema antioxidante em remover os radicais livres formados (SURAI, 2003). Alguns dos radicais que se formam durante as reações metabólicas são: o peróxido de hidrogênio, radical superóxido, radical hidroxil ($\text{HO}\cdot$), radical peroxil ($\text{ROO}\cdot$), radical alcoxil ($\text{RO}\cdot$), radical superóxido (O^{2-}) radical ácido hidroperóxido ($\text{HO}\cdot_2$), e o oxigênio *singlet* ($\text{O}^1\cdot_2$) (OLIVO E SHIMOKOMAKI, 2006). A vitamina E tem capacidade de captar o radical peroxil ($\text{ROO}\cdot$) impedindo o desencadeamento das demais reações do processo de oxidação, com esse mecanismo de captação ocorre a formação dos radicais hidroperóxido orgânico e tocoferoxil, que pode ser reduzido novamente a peroxil (LIEBLER E BURR, 1995).

No caso da produção de frangos de corte, os animais ficam expostos a diversas situações que lhes causam estresse, levando a produção de radicais livres e a lipoperoxidação que podem provocar distúrbios que interferem no desempenho e na qualidade do produto final (PANDA E CHERIAN, 2014).

2.5. VITAMINA E E QUALIDADE DE CARNE

O papel antioxidante da vitamina E é conhecido pelo seu potencial em modificar as características de qualidade de carne. A vitamina E é o único composto com atividade antioxidante, que depois de absorvido é depositado no tecido animal (RUTZ, 2002).

Morrissey *et al.* (1994) revisaram a atividade da vitamina E relacionada com a qualidade de carne principalmente na questão da oxidação lipídica. Os autores afirmam que a demanda por produtos com menos gordura saturada, fez com que aumentasse a busca por produtos que tenham em sua composição ácidos graxos insaturados. Porém, carnes com altas concentrações de ácidos graxos insaturados são mais susceptíveis a oxidação lipídica. Hautrive *et al.* (2013) demonstraram que a carne de frango (coxa e sobrecoxa) possui cerca de 42% de ácidos graxos poli-insaturados em sua composição quando comparada a carne suína (20%) e bovina (5,96%).

Jensen *et al.* (1998) afirmaram que a suplementação com vitamina E para aves e suínos em níveis além das recomendações descritas na literatura é efetiva na prevenção de oxidação lipídica que ocasiona a produção de compostos capazes de interferir na qualidade da carne.

A vitamina E impede o desencadeamento de reações de oxidação, sequestrando os radicais peroxil que são formados durante o processo de oxidação dos ácidos graxos na fase de iniciação (CERQUEIRA *et al.*, 2007). A intensidade da oxidação lipídica é influenciada pela composição e quantidade de ácidos graxos presente na carne e também por fatores que facilitam o desencadeamento das reações, como por exemplo, o ferro que está presente na composição do pigmento da carne e atua como fator pró-oxidante nas reações de oxidação lipídica.

Diante disso, a vitamina E evita que esses radicais (peroxil) se liguem a outras moléculas (proteínas, fosfolipídeos, DNA) na fase de propagação e formem outros compostos, como por exemplo, aldeídos, cetonas e álcoois que são volatilizados e conferem características indesejáveis ao produto final (NAM *et al.*, 2002).

Olivo e Shimokomaki (2006) demonstraram de forma explicativa as três fases da oxidação, os eventos que ocorrem e como cada um é capaz de alterar a estrutura celular nas fases de oxidação lipídica e de oxidação do pigmento das carnes (FIGURA 2).

Na fase 1, ocorre a ação de radicais livres (ROS) que podem ser formados de forma intencional ou acidental durante o metabolismo do animal. Essas substâncias reativas ao oxigênio podem agir oxidando diversas moléculas, tais como, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos, ocasionando danos e alterações de estrutura nas membranas.

A segunda fase da oxidação ocorre durante a conversão do músculo em carne durante o pré abate e logo após o abate do animal. É nessa fase em que o aporte de oxigênio é cessado por ausência da circulação sanguínea, portanto há uma falha no sistema antioxidante e se inicia uma série de reações bioquímicas que são influenciadas por eventos que ocorreram tanto antes do abate (alimentação, estresse), quanto após o abate (temperatura da carcaça, velocidade de queda do pH, entre outros).

A terceira e última fase se dá pela ocorrência do processo de oxidação durante o processamento da carne. Quando se usa o termo processamento, pode-se englobar todos os tipos de manuseio que a carne passa após o abate, por exemplo, desossa, cozimento, moagem, estocagem e exposição. Durante esses processos ocorre o rompimento das membranas celulares liberando compostos que aceleram a atividade de oxidação do produto. Exemplo claro de um composto que acelera o processo de oxidação, é a liberação de ferro ativo da mioglobina combinado com outros agentes oxidantes e os ácidos graxos polinsaturados, resultando na produção de radicais livres e conseqüentemente no desencadeamento das reações oxidativas.



FIGURA 2 –ETAPAS DE OXIDAÇÃO LIPÍDICA E OXIDAÇÃO DA COR EM PRODUTOS CÁRNEOS. (ADAPTADO DE OLIVO E SHIMOKOMAKI, 2006)

A carne de peito de frango tem bom valor comercial agregado e é representada pelo músculo *Pectoralis major* que se diferencia principalmente do músculo da coxa e sobrecoxa por sua atividade, pelo tipo de fibra que o compõe e a quantidade de pigmento (mioglobina). De acordo com Banks e Banks (1992), os tipos de fibras predominantes no músculo peitoral são as fibras do tipo IIA (FOG) de contração rápida e oxidativa, com comprimento de tamanho médio, altamente vascularizada e com alto teor de mioglobina e as fibras do tipo IIB (FG) de contração rápida e glicolítica, com comprimento superior as fibras IIA, baixo teor de mioglobina, pouca vascularização e com metabolismo glicolítico, portanto acumula ácido láctico mais facilmente.

Uma das características desta carne e que é um dos fatores de escolha do consumidor ao adquirir o produto, é a coloração. Uma série de elementos podem influenciar a coloração final da carne de frango, como por exemplo, a linhagem genética escolhida para produção, o peso do animal ao abate, o tempo de transporte entre o aviário e o abatedouro e as condições, como taxa de lotação e temperatura ambiente no momento de transporte desses animais que serão abatidos (BIANCHI *et al.*, 2006).

O uso de vitamina E é uma alternativa para prevenir a oxidação dos pigmentos da carne. O componente que confere cor as carnes é a mioglobina e quanto mais intensa a atividade muscular, maior será o teor de mioglobina e mais escura será essa carne. A vitamina E é capaz de manter a coloração da carne mais estável, evitando a formação de metamioglobina (pigmento marrom), que é produto da oxidação de mioglobina (pigmento vermelho púrpura), conferindo coloração indesejável ao produto e portanto a rejeição do consumidor. A vitamina E pode ser utilizada tanto no processamento da carne de frango para prevenir a oxidação da mioglobina ou na dieta durante o período de criação de frangos de corte (OLIVO *et al.*, 2006).

A vitamina E exerce atividade na queda do pH da carne de frangos submetidos a condições de estresse (OLIVO *et al.*, 2001). É desejável que o pH da carne diminua de 7,0 para 5,8 em 24 horas *post mortem*, porém quando os animais passam por situações de estresse momentos antes do abate, as reservas de glicogênio entram em depleção e a quantidade não é suficiente para que durante o metabolismo anaeróbico esse glicogênio seja convertido em ácido lático (LAWRIE, 2005; PETRACCI *et al.*, 2009; PETRACCI *et al.*, 2010).

Os valores de pH 24 horas *post mortem* e de luminosidade são parâmetros que quando combinados indicam a condição da carne. Olivo *et al.* (2001) descreveram duas condições que a carne de peito de frango pode vir a apresentar, PSE (pálida, flácida e exudativa) e DFD (escura, firme e seca). Primeiramente, para ser considerada uma carne PSE, o peito de frango deve apresentar coloração com aspecto pálido, textura macia e exudativa, seu pH deve ser menor do que 5,8 e a luminosidade maior do que 53. Para ser enquadrada na condição de DFD, a carne deve apresentar coloração escura, textura firme e aspecto seco, os valores de pH devem ficar acima de 6,0 e luminosidade menor do que 44. Em condições normais, a carne de peito de frango deve ter pH variando de 5,8 a 6,0 e luminosidade entre 44 e 53 (OLIVO E SHIMOKOMAKI, 2006)

Em situações que as aves passam por um período de estresse curto a carne pode apresentar uma condição descrita como PSE, após o abate. Essa condição é estabelecida uma vez que ocorre glicólise de forma muito rápida e o pH fica abaixo de 5,8 após 15 minutos do abate. Nesse tempo a carcaça ainda está quente, portanto ocorre desnaturação das proteínas, logo as proteínas musculares perdem solubilidade e a capacidade de reter água (ROÇA, 2007).

Se o animal foi submetido a uma situação de estresse por período mais longo, como por exemplo em situações de jejum prolongado antes do abate, a quantidade de glicogênio disponível para conversão em ácido láctico será insuficiente. Nesse caso ocorrerá o que se chama de condição DFD na qual a carne apresenta coloração escura, textura firme e seca (OLIVO E SHIMOKOMAKI, 2006; PETRACCI *et al.*, 2006).

Outra característica importante tanto para a indústria, quanto para o consumidor é a capacidade que a carne apresenta em reter uma certa quantidade de água, o que é chamado tecnicamente de capacidade de retenção de água. Para a indústria, uma carne que apresente baixa capacidade de retenção de água implica em perdas econômicas e portanto há interesse em desenvolver estratégias que reduzam o impacto desse parâmetro na produção de carnes (HUFF-LONERGAN E LONERGAN, 2005).

A capacidade de retenção de água tem impacto nas características sensoriais dos cortes de carne. Uma carne com baixa capacidade de retenção de água apresenta aspecto indesejado uma vez que perde muita umidade durante a estocagem (ROÇA, 2007) e durante o processamento fazendo com que esta não apresente suculência e tornando a carne com textura mais firme do que o desejado.

A água é um dos componentes do músculo que confere algumas características sensoriais à carne para consumo. Cerca de 75% do tecido muscular magro é composto por água, o restante se divide em outros componentes como por exemplo, aproximadamente 20% de proteína, 5% de lipídios ou gordura, 1% de carboidratos e 1% de vitaminas e minerais (HUFF-LONERGAN E LONERGAN, 2005). Essa grande porção de água se apresenta no tecido em três formas, sendo elas: água ligada ou de constituição, água imobilizada ou de adsorção e água livre (FIGURA 3).

A água ligada ou água de constituição está ligada e estabilizada por pontes de hidrogênio diretamente com as proteínas musculares. A energia de ligação estabelecida entre proteína-água é forte o suficiente para que seja de difícil remoção. A segunda forma que a água se apresenta no tecido, é de forma imobilizada. A água imobilizada forma a segunda camada de grupos carregados que apresenta energia de ligação proteína-água menor, sendo assim apresenta uma mobilidade restrita. A última camada, é o que se chama de água livre ou água de adsorção que está disponível no tecido para reações enzimáticas e outras atividades biológicas (REID E FENNEMA, 2010).

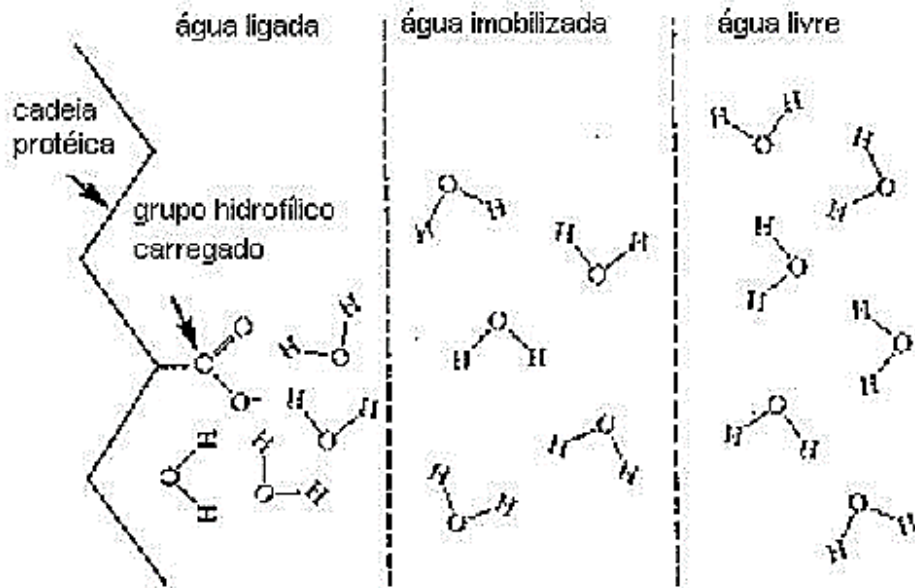


FIGURA 3 – ESQUEMA PARA DEMONSTRAÇÃO DAS TRÊS FORMAS DE ÁGUA NO TECIDO MUSCULAR. (ADAPTADO DE FORREST *et al.*, 1979).

Huff-Lonergan e Lonergan (2005) ressaltaram que a capacidade de retenção de água da carne está relacionada com diversos fatores que ocorrem *post mortem*, tais como, a velocidade de queda do pH, o valor final do pH quando o *rigor mortis* está estabelecido e também a questão da taxa de proteólise e oxidação das proteínas musculares. Os mesmos autores afirmam que durante a conversão do músculo em carne, o abaixamento rápido do pH (provocado pelo acúmulo de ácido láctico) associado a altas temperatura após o abate, fazem com que seja atingido o ponto isoelétrico das proteínas musculares, provocando assim a desnaturação das mesmas e perdendo a capacidade de reter umidade de forma adequada uma vez que a proteína perde a capacidade de atrair água para si.

Considerando o papel antioxidante da vitamina E no meio celular e sua atuação que se dá pela proteção das membranas celulares, diversos trabalhos mostrando a ação desse antioxidante sobre parâmetros de qualidade da carne proveniente de diversas espécies de interesse zootécnico já foram desenvolvidos.

Cannon *et al.* (1996) utilizando uma dieta controle sem suplementação de vitamina E e uma segunda dieta teste com $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ de ração, os autores investigaram como a vitamina poderia atuar nas características qualitativas da carne fresca (coloração, perdas de água por gotejamento e cozimento, pH, substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico - TBARS) e com os resultados observaram somente redução de TBARS na carne dos animais que receberam a dieta com vitamina E.

Hoving-Bolink *et al.* (1998) suplementaram suínos por 84 dias antes do abate com dosagem de $200 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ de ração e avaliaram a estabilidade de oxidação dos lipídios e da coloração durante 6 dias de estocagem, observaram valores de TBARS menores para carne do grupo de animais que receberam dieta com vitamina E, já no terceiro dia de estocagem foi observado $0,10 \text{ mg}$ de $\text{TBA} \cdot \text{kg}^{-1}$ de amostra para o grupo suplementado, enquanto o grupo sem vitamina E apresentou $0,29 \text{ mg}$ de $\text{TBA} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Trabalhos com codornas Senobar-Kalati *et al.* (2012) investigaram o efeito da vitamina E na taxa de oxidação lipídica e capacidade de retenção de água para carne destas aves e verificou que a suplementação com vitamina E (18, 90 e $180 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ de ração) melhora a estabilidade oxidativa da carne estocada sob congelamento e melhora a capacidade de retenção de água da mesma.

Em estudo desenvolvido avaliando características qualitativas da carne de Peru, Nam *et al.* (2002) utilizaram quatro doses de vitamina E (0, 50, 100 e $200 \text{ UI} \cdot \text{kg}^{-1}$ de ração) e avaliaram a efetividade da vitamina na prevenção da oxidação dos lipídios, da coloração e da formação de compostos voláteis na carne de peito de peru fresca e estocada. Os autores observaram que a vitamina E é eficaz na proteção contra danos oxidativos e na dose de $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ houve redução significativa dos níveis de TBARS e da formação de compostos voláteis que conferem odor indesejável ao produto.

Bou *et al.* (2001) ao avaliarem diferentes fontes de gordura na dieta e a suplementação com vitamina E e C, demonstraram que a vitamina E e a fonte de gordura influenciam nas características sensoriais da carne, melhorando a aceitabilidade, diminuindo o odor e o aroma de rancidez que pode ser formado durante a estocagem por um longo período. Os mesmos autores ainda afirmaram que a suplementação de vitamina E via premix na dieta ($20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) foi suficiente para prevenir o desencadeamento do processo de rancidez oxidativa da carne estocada dos animais que receberam a dieta com alta concentração de gorduras saturadas.

Constatações semelhantes foram feitas por Guo *et al.* (2001) ao avaliar a suplementação de vitamina E na dieta de frangos de corte para as variáveis de desempenho, status oxidativo do tecido hepático e estabilidade oxidativa da carne durante a estocagem. Os autores constataram que há correlação negativa da concentração de α -Tocoferol com os valores TBARS hepático independentemente da idade dos animais e que o valor de TBARS na carne estocada por 4 dias diminuiu

conforme aumentou a dose de vitamina utilizada na dieta (5, 10, 20, 50 e 100 mg*kg⁻¹).

Kennedy *et al.* (2005) ao avaliarem três doses de vitamina E (75, 250 e 500 mg*kg⁻¹) em relação a características sensoriais da carne de frango, observaram que há interação das doses com o tempo de estocagem em relação a suculência e maciez da carne, sendo assim, os autores ainda sugerem que a suplementação com 250mg de vitamina E para frangos que recebem dieta a base de milho pode ser vantajosa porque modifica características que são perceptíveis ao consumidor.

2.6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de vitamina E na dieta de frangos de corte com níveis acima do recomendado pela literatura como base nas exigências nutricionais de diferentes tabelas, é uma alternativa para melhorar parâmetros de qualidade de carne.

Quanto a amplitude de estudos, as divergências entre doses utilizadas por diversos autores e a dificuldade em encontrar materiais para embasamento que justifiquem o tempo de suplementação, se faz necessário investigar a suplementação com vitamina E durante um determinado período de criação e verificar se há efeito sobre os parâmetros qualitativos de carne de frangos.

2.7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (2015). Relatório Anual 2015. São Paulo: ABPA, 2015. Disponível em: <http://goo.gl/ewNgtv>. Acesso em outubro de 2015.

ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (2016). Produção de carne de frango totaliza 13,146 milhões de toneladas em 2015. Disponível em: <http://goo.gl/2whvd6>. Acesso em março de 2016.

ARAÚJO JMA. (2015). **Química de Alimentos, teoria e prática**. 6ª Ed. Editora UFV: Minas Gerais. 668p.

BANKS, W. J., e BANKS, W. (1992). Tecido muscular. *Histologia veterinária aplicada*, 2, 215-236.

BARROETA, A. C. (2007). Nutritive value of poultry meat: relationship between vitamin E and PUFA. **World's Poultry Science Journal**, 63(02), 277-284.

BIANCHI, M., PETRACCI, M., e CAVANI, C. (2006). The influence of genotype, market live weight, transportation, and holding conditions prior to slaughter on broiler breast meat color. **Poultry Science**, 85(1), 123-128.

BOU, R., GUARDIOLA, F., GRAU, A., GRIMPA, S., MANICH, A., BARROETA, A., e CODONY, R. (2001). Influence of dietary fat source, α -tocopherol, and ascorbic acid supplementation on sensory quality of dark chicken meat. **Poultry Science**, 80(6), 800-807.

CANNON, J. E., MORGAN, J. B., SCHMIDT, G. R., TATUM, J. D., SOFOS, J. N., SMITH, G. C., ... e WILLIAMS, S. N. (1996). Growth and fresh meat quality characteristics of pigs supplemented with vitamin E. **Journal of Animal Science**, 74(1), 98-105.

CEPERO BRIZ, R; BLANCO PÉREZ, A. (2012) Optimum vitamin nutrition in broilers and turkeys. In: Barroeta, A. C., Baucells, M. D., Pérez, A. B., Calsamiglia, S., Casals, R., Briz, R. C..., e Weber, G. **Optimum Vitamin Nutrition**. United Kingdom. p.139-242.

CERQUEIRA, F. M., DE MEDEIROS, M. H. G., e AUGUSTO, O. (2007). Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, 30(2), 441.

CONAB (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO), 2015. Séries Históricas de Área Plantada, Produtividade e Produção, Relativas às Safras 1976/77 a 2014/15 de grãos. Disponível em: <http://goo.gl/S1cnOI>. Acesso em outubro de 2015.

FÉLIX, A. P., MAIORKA, A., e SORBARA, J. O. B. (2009). Níveis vitamínicos para frangos de corte. **Ciência Rural**, 39(2), 619-626.

FERNANDES, J. I. M., SAKAMOTO, M. I., PEITER, D. C., GOTTARDO, E. T., e TELLINI, C. (2013). Relação vitamina E: vitamina C sobre a qualidade da carne de frangos submetidos ao estresse pré-abate. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 65(1), 294-300.

FORREST, J. C., ABERLE, E. D., HEDRICK, H. B., JUDGE, M. D., e MERKEL, R. A. (1979). **Fundamentos de Ciencia de la Carne**. Ed. Acribia. Zaragoza, España, 125-135.

GUO, Y., TANG, Q., YUAN, J., e JIANG, Z. (2001). Effects of supplementation with vitamin E on the performance and the tissue peroxidation of broiler chicks and the stability of thigh meat against oxidative deterioration. **Animal Feed Science and Technology**, 89(3), 165-173.

HALLIWELL, B., e GUTTERIDGE, J. M. (1999). Free radicals in biology and medicine. **Oxford: Oxford university press**. Vol. 3, pp. 1-543.

HAUTRIVE, T. P., MARQUES, A., e KUBOTA, E. H. (2013). Determination of the composition, cholesterol and fatty acid profile of cuts of meat trade ostrich... **Alimentos e Nutrição Araraquara**, 23(2), 327-334.

HERRERA, E., e BARBAS, C. (2001). Vitamin E: action, metabolism and perspectives. **Journal of physiology and biochemistry**, 57(1), 43-56.

HOVING-BOLINK, A. H., EIKELENBOOM, G., VAN DIEPEN, J. T. M., JONGBLOED, A. W., e HOUBEN, J. H. (1998). Effect of dietary vitamin E supplementation on pork quality. **Meat Science**, 49(2), 205-212.

HUFF-LONERGAN, E., e LONERGAN, S. M. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. **Meat science**, 71(1), 194-204.

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

JÚNIOR, A. A. J., CHIARELLO, P. G., BERNARDES, M. S. M., e VANNUCCHI, H. (1998). Peroxidação lipídica e etanol: papel da glutatona reduzida e da vitamina E. **Medicina** (Ribeirão Preto. Online), 31(3), 434-449.

KAMAL-ELDIN, A., e APPELQVIST, L. Å. (1996). The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. **Lipids**, 31(7), 671-701.

KENNEDY, O. B., STEWART-KNOX, B. J., MITCHELL, P. C., e THURNHAM, D. I. (2005). Vitamin E supplementation, cereal feed type and consumer sensory perceptions of poultry meat quality. **British journal of nutrition**, 93(03), 333-338.

LAWRIE, R. (2005). **Meat science**. New York: Pergamon, 1991. 371p.

- LESHCHINSKY, T. V., e KLASING, K. C. (2001). Relationship between the level of dietary vitamin E and the immune response of broiler chickens. **Poultry Science**, 80(11), 1590-1599.
- LEVY-COSTA, R. B., SICHIERI, R., PONTES, N. D. S., e MONTEIRO, C. A. (2005). Household food availability in Brazil: distribution and trends (1974-2003). **Revista de Saúde Pública**, 39(4), 530-540.
- LIEBLER, D. C., e BURR, J. A. (1995). Antioxidant stoichiometry and the oxidative fate of vitamin E in peroxyl radical scavenging reactions. **Lipids**, 30(9), 789-793.
- LIU, X., BYRD, J. A., FARNELL, M., e RUIZ-FERIA, C. A. (2014). Arginine and vitamin E improve the immune response after a Salmonella challenge in broiler chicks. **Poultry Science**, 93(4), 882-890.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA (2012) **Brasil Projeções do Agronegócio 2011/2012 a 2021/2022**. Assessoria de gestão estratégica. Brasília, Abril de 2012. 50f. Disponível em: <http://goo.gl/o6jwfz>. Acesso em março de 2016.
- MORRISSEY, P. A., BUCKLEY, D. J., SHEEHY, P. J. A., e MONAHAN, F. J. (1994). Vitamin E and meat quality. **Proceedings of the Nutrition Society**, 53(02), 289-295.
- NAM, K. C., MIN, B. R., YAN, H., LEE, E. J., MENDONCA, A., WESLEY, I., e AHN, D. U. (2002). Effect of dietary vitamin E and irradiation on lipid oxidation, color, and volatiles of fresh and previously frozen turkey breast patties. **Meat Science**, 65(1), 513-521.
- NELSON, D.L., E COX, M.M.. LEHNINGER PRINCÍPIOS DA BIOQUÍMICA (2002). Editora Sarvier; Terceira Edição, São Paulo. Traduzido por Arnaldo Antônio Simões, Wilson Roberto Navega Lodi. In: Capítulo 11 – **Lipídios**. p.280-300.
- NIKI, E., NOGUCHI, N., TSUCHIHASHI, H., e GOTOH, N. (1995). Interaction among vitamin C, vitamin E, and beta-carotene. **The American journal of clinical nutrition**, 62(6), 1322S-1326S.
- NIU, Z. Y., LIU, F. Z., YAN, Q. L., e LI, W. C. (2009). Effects of different levels of vitamin E on growth performance and immune responses of broilers under heat stress. **Poultry science**, 88(10), 2101-2107.
- NRC. **NUTRIENT REQUIREMENTS OF POULTRY**. (1994). Subcommittee on Poultry Nutrition. Ninth Revised Edition. National Academics Press, Washington, DC.
- OLIVO, R., SCARES, A. L., IDA, E. I., e SHIMOKOMAKI, M. (2001). Dietary vitamin E inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. **Journal of Food Biochemistry**, 25(4), 271-283.
- OLIVO, R., SHIMOKOMAKI, M. Carne PSE. In: Shimokomaki, M.; Olivo, R.; Terra, N. N.; Franco, B. D. G. M. (2006). **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Varela.

- PAMPLONA, R., e COSTANTINI, D. (2011). Molecular and structural antioxidant defenses against oxidative stress in animals. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, 301(4), R843-R863.
- PANDA, A. K, e CHERIAN, G. (2014). Role of vitamin E in counteracting oxidative stress in poultry. **The Journal of Poultry Science**, 51(2), 109-117.
- PETRACCI, M., BIANCHI, M., CAVANI, C., GASPARI, P., e LAVAZZA, A. (2006). Preslaughter mortality in broiler chickens, turkeys, and spent hens under commercial slaughtering. **Poultry Science**, 85(9), 1660-1664.
- PETRACCI, M., BIANCHI, M., e CAVANI, C. (2009). The European perspective on pale, soft, exudative conditions in poultry. **Poultry Science**, 88(7), 1518-1523.
- PETRACCI, M., BIANCHI, M., e CAVANI, C. (2010). Pre-slaughter handling and slaughtering factors influencing poultry product quality. **World's Poultry Science Journal**, 66 (01), 17-26.
- REID, D. S., e FENNEMA, O. R. (2010). Água e gelo. DAMODARAN, S.; PARKIN, KL; FENNEMA, OR. **Química de alimentos de Fennema**, 4, 25-74.
- RICE, D., e KENNEDY, S. (1988). Vitamin E: function and effects of deficiency. **British Veterinary Journal**, 144(5), 482-496.
- ROÇA, R. D. O. (2007). **Propriedades da carne**. <http://goo.gl/bPS6Pi>. Acesso em outubro de 2015.
- ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., DONZELE, J. L., GOMES, P. C., OLIVEIRA, R. D., LOPES, D. C., ... e EUCLIDES, R. F. (2011). Composição de alimentos e exigências nutricionais. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**.
- RUTZ, F. Absorção de vitaminas. In: Macari, M., Furlan, R. L., e Gonzales, E. (2002). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Funep. P.149-165.
- SENOBAR-KALATI, H., SHAMS-SHARGH, M., DASTAR, B., e ZEREHDARAN, S. (2012). Effect of higher levels of dietary vitamin E on humoral immune response, water holding capacity and oxidative stability of meat in growing Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). **ARCHIV FUR GEFLUGELKUNDE**, 76(2), 99-104.
- SHELDON, B. W., CURTIS, P. A., DAWSON, P. L., e FERKET, P. R. (1997). Effect of dietary vitamin E on the oxidative stability, flavor, color, and volatile profiles of refrigerated and frozen turkey breast meal. **Poultry science** (USA).
- SURAI, P. F. (2003). Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction (pp. 5-9). **Nottingham: Nottingham University Press**.
- 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 e Tecnologia de Alimentos**, 20(2), 145-150.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (2015). Foreign Agricultural Service – Livestock and Poultry: World Market and Trade. Disponível em: <http://goo.gl/lcf6ZG>. Acesso em Janeiro de 2016.

3. QUALIDADE DE CARNE DE FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADOS COM VITAMINA E NA DIETA FINAL (42 A 54 DIAS DE IDADE)

RESUMO

A qualidade da carne de frangos de corte pode ser influenciada por diversos fatores que vão desde o material genético até o tipo de ingrediente que compõe a dieta dos animais. Uma estratégia utilizada na indústria da avicultura de corte é o uso de antioxidantes na dieta, como a vitamina E. O objetivo do estudo é investigar se há influência nos parâmetros de qualidade de carne de frangos de corte, quando suplementados com doses de vitamina E dos 42 a 54 dias de idade. Foram utilizados 200 frangos de corte macho da linhagem Cobb de 42 a 54 dias de idade, distribuídos em 5 tratamentos com doses crescentes de vitamina E (30, 90, 150, 210, 270) com 10 repetições, nas quais cada ave foi considerada uma unidade experimental por abate. Para coleta de amostras e avaliação das características de qualidade de carne de frango, foram abatidas 50 aves nas seguintes idades: 45, 48, 51 e 54 dias. O estudo foi realizado em um delineamento inteiramente casualizado seguindo um esquema de parcelas subdivididas no tempo, onde a dose de vitamina E foi considerada como parcela principal e a idade dos animais ao abate como sub parcela. O pH da carne 24 horas *post mortem* aumentou conforme aumentou a idade das aves ao abate ($P < 0,001$), o mesmo comportamento foi observado para capacidade de retenção de água (CRA) ($P = 0,008$) e para força de cisalhamento (FC) ($P < 0,001$), para luminosidade (L^*) ($P = 0,007$) e intensidade do componente vermelho (a^*) ($P = 0,002$). O pH, CRA, L e os valores de a^* , tiveram aumento de forma quadrática em relação a idade das aves ao abate. Para a variável L, houve efeito significativo ($P = 0,007$) para as doses de vitamina E utilizadas. A FC aumentou de forma linear em relação a idade de abate dos animais, bem como, a L^* para as doses de vitamina E que foram utilizadas. Não houve interação significativa entre as doses de vitamina E e a idade das aves ao abate para os parâmetros de qualidade avaliados. Os resultados mostram que com base nas condições do presente estudo, somente a L da carne de frango foi afetada pelas doses de vitamina E. Para as demais variáveis, foi observado efeito quanto a idade dos animais ao abate.

Palavras-chave: Antioxidantes, Aves, Não-ruminantes, Nutrição animal

MEAT QUALITY OF BROILERS SUPPLEMENTED WITH VITAMIN E INFINISHER PERIOD (42 TO 54 DAY-OLD)

ABSTRACT

Broiler meat quality may be influenced by several factors ranging from genetic to the type of ingredient that the feed is made. One strategy used in broiler nutrition is the use of antioxidant in broiler feed. The main goal of this study is to investigate if there is some influence of vitamin E in meat quality characteristics of broilers supplemented with different doses of vitamin E from 42 to 54 day-old. A total of two hundred Cobb male broilers were used and distributed in five treatments in increasing doses of vitamin E (30 mg*kg⁻¹ of ration, 90 mg*kg⁻¹ of ration, 150 mg*kg⁻¹ of ration, 210 mg*kg⁻¹ of ration, 270 mg*kg⁻¹ of ration), ten replicates and each bird was considered an experimental unit per slaughtered. For sample collection and evaluation of meat quality characteristics of broiler, 50 chickens were slaughtered in different ages: 45, 48, 51 and 54 day-old. The study performed in a completely randomized design with a split-plot design, where the dose of vitamin E considered like a main factor and the age at slaughtered like a sub factor of evaluation. The age at slaughtered had significant effect in meat pH 24 hours *post mortem* (P<0,001), water holding capacity (WHC) (P=0,008), shear force (SF) (P<0,001), brightness (L*) (P=0,007) and redness (a*) (P=0,002). The broiler meat pH, WHC, L* and a* values had increased in quadratic proportion in relation to broilers age at slaughtered. For L*, there was also a significant effect (P=0,007) for doses of vitamin E. The SF increased linearly up in relation to broilers age at slaughtered, just as well, the L* for the doses of vitamin E. There was no significant interaction among doses of vitamin E and broilers age at slaughtered for all the meat quality characteristics assessed. The results showed that, under trial conditions, only the L* was affected by the doses of vitamin E. For others variables there was effect in meat quality only by the age at slaughtered.

Key words: Antioxidants, Poultry, Non-ruminants, Animal nutrition

3.1. INTRODUÇÃO

Em relação a qualidade de carne de frangos de corte, diversos fatores que estão envolvidos no processo de produção podem influenciar o produto final, tais como, linhagem, peso comercial da carcaça (BIANCHI *et al.*, 2006), estratégias de manejo de apanha no pré abate, períodos de restrição hídrica/alimentar, transporte até o local do abate (PETRACCI *et al.*, 2010) e a composição da dieta ou o uso de determinados ingredientes (WOOD E ENSER, 1997; BOU *et al.*, 2001)

De acordo com o *National Chicken Council* (2015) estima-se que nos Estados Unidos, cerca de 49% da carne de frango comercializada é na forma de produtos processados, 40% em cortes e o restante em carcaça inteira (11%). O aspecto visual é o fator determinante para o consumidor no momento da compra, que avalia características de coloração e aroma da carne (TROY E KERRY, 2010). Na avaliação dos parâmetros de qualidade da carne de frango, são analisadas as propriedades funcionais como valor de pH no momento do abate e 24 horas após o abate, a capacidade que esse material tem de reter água, aspecto e coloração, perda de umidade durante o cozimento, taxa de oxidação lipídica (OLIVO E SHIMOKOMAKI, 2006).

A nutrição animal desenvolve estratégias que podem melhorar determinados parâmetros na produção, como por exemplo, a suplementação com vitamina E acima do recomendado pelo NRC (1994) tem como objetivo de melhorar a imunidade dos animais, a resistência em situações de estresse e os parâmetros de qualidade de carne (BARROETA, 2007).

Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo testar doses de vitamina E na dieta final de frangos de corte (42 a 54 dias de idade) sobre os parâmetros de qualidade de carne.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

A realização do experimento foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, sob o número 009/2015 emitido em 13 de março de 2015.

As aves foram criadas em condições experimentais visando o mínimo de estresse provocado por variáveis durante o período de criação, tais como, baixa

densidade de lotação dentro do boxe, estresse por restrição hídrica/alimentar além do tempo estimado usualmente (8 a 10 horas), condições e tempo do transporte das aves (do aviário até o abatedouro experimental) e espera dos animais até o momento da insensibilização dentro do abatedouro experimental.

3.2.1. ANIMAIS E LOCAL DO EXPERIMENTO

Foram selecionados 200 frangos de corte com 42 dias de idade, machos da linhagem Cobb 500. Os quais foram alojados no galpão experimental em boxes de 1,65m x 1,25m (comprimento x largura), com densidade de alojamento de 7 aves/m², sendo equipado com bebedouros do tipo nipple, um comedouro do tipo tubular e cama de maravalha com altura média de 5cm.

O período experimental foi de 12 dias (42 a 54 dias de idade), no qual as aves receberam manejo tradicionalmente empregado pelas granjas comerciais, com água e ração *ad libitum*.

3.2.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E DIETA

O delineamento experimental adotado no presente estudo foi inteiramente ao acaso, seguindo um esquema de parcelas subdivididas no tempo, com 5 tratamentos de 10 repetições (uma repetição foi considerada uma ave) em 4 idades de abate distintas. Os tratamentos foram adotados como parcelas principais e a idade das aves ao abate foram consideradas como sub parcelas (45, 48, 51 e 54 dias de idade).

Até os 42 dias de idade as aves receberam 3 dietas (inicial, crescimento e final) que foram formuladas de acordo com as exigências estabelecidas por Rostagno *et al.* (2011). Essas rações continham em sua composição um suplemento vitamínico-mineral que fornecia 100 mg de vitamina E e 200 µg de selênio por kg de ração.

A partir de 42 dias, até completar 54 dias de idade, as aves receberam uma dieta formulada a base de milho e farelo de soja, conforme as recomendações das Tabelas Brasileiras de Exigências para Aves e Suínos (ROSTAGNO *et al.*, 2011).

A formulação da dieta, bem como a composição e os níveis nutricionais estão apresentados na Tabela 1. As dietas foram suplementadas com 5 níveis de vitamina

E (30, 90, 150, 210 e 270 mg*kg⁻¹ de ração) mais uma quantidade de 0,3 mg de selenito de sódio por kg de ração.

TABELA 1 – INGREDIENTES E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA DIETA EXPERIMENTAL FORNECIDA DE 42 A 54 DIAS DE IDADE DAS AVES.

Ingredientes	Quantidade (kg)
Milho	67,20
Farelo de soja	26,45
Óleo de soja	3,73
Fosfato bicálcico	0,99
Calcário calcítico	0,64
Sal comum	0,38
Suplemento vitamínico-mineral ^{1*}	0,09
L-lisina	0,24
DL-metionina	0,22
L-treonina	0,06
Total	100
Composição química	Valores
Proteína bruta (%)	17,60
Energia metabolizável (kcal/kg)	3250
Cálcio (%)	0,61
Cloro (%)	0,26
Sódio (%)	0,19
Potássio (%)	0,64
Fósforo disponível (%)	0,28
Met + Cis dig. (%)	0,73
Metionina dig. (%)	0,48
Lisina dig. (%)	1,00
Treonina dig. (%)	0,65

¹ Níveis de garantia por kg do produto: Vitamina A 10.000.000 UI; Vitamina D3 4.000.000 UI; Vitamina K3 3.500 mg; Vitamina B1 2.500 mg; Vitamina B2 6.000 mg; Vitamina B6 4.000 mg; Vitamina B12 20.000 mg; Niacina 60 g; Ácido pantotênico 10 g; Biotina 200 mg; Manganês 70 g; Ferro 50 g; Cobre 10 g; Zinco 70 g; Iodo 1.200 mg. *Suplemento vitamínico-mineral formulado sem inclusão de Vitamina E e selênio.

3.2.3. SELEÇÃO DOS ANIMAIS E COLETA DE AMOSTRAS

Foram selecionadas 10 aves de cada tratamento de forma aleatória para cada dia de abate. As aves foram submetidas a um período de restrição alimentar de 10 horas antes do abate. Foi realizada contenção pelo dorso momentos antes do abate, no qual as aves foram identificadas e transportadas para o local de abate.

As aves foram pesadas vivas e insensibilizadas por deslocamento cervical e em seguida, sacrificadas pela sangria por meio do corte das artérias carótidas e veias jugulares com um corte transversal. Em seguida as aves foram escaudadas a 60°C

sob agitação moderada e constante por três minutos e logo após, evisceradas. Em seguida foram submetidas ao resfriamento por imersão em solução de água e gelo com temperatura de 0 a 2°C.

Após 60 minutos de resfriamento das carcaças em tanque de imersão (chiller), foram coletados o músculo *Pectoralis major*, os quais foram armazenados 24 horas a 4°C para posterior realização das análises de qualidade de carne.

3.2.4. ANÁLISES DE QUALIDADE DE CARNE

Após 24 horas de armazenamento a 4°C, as amostras de peito do lado direito foram submetidas as análises de qualidade de carne e as amostras de peito do lado esquerdo foram congeladas a -15°C por 45 dias para posterior análise de oxidação lipídica.

As análises de qualidade de carne consistiram em pH, capacidade de retenção de água (CRA), perdas por cocção (PPC), força de cisalhamento ou maciez (FC) e coloração (L – luminosidade, a* – intensidade do componente vermelho, b* – intensidade do componente amarelo).

A análise de pH foi realizada conforme metodologia descrita por Boulianne e King (1995) com o auxílio de um potenciômetro (Testo 205 pHmeter) inserido na parte cranial do músculo *Pectoralis major* 24 horas *post mortem*.

Quanto as análises de coloração da carne de frango, esta foi realiza por meio do colorímetro da marca Minolta, modelo CR-10, no qual foi adotado o sistema CIELAB que determina os valores de L, a* e b*, onde L corresponde a luminosidade, a* intensidade do componente vermelho e b* intensidade do componente amarelo.

Para mensuração dos valores de CRA foram retiradas 2,0g ($\pm 0,10g$) de amostra da parte cranial do músculo *Pectoralis major* e pesadas de acordo com o método descrito por Hamm (1959). As amostras foram analisadas em duplicata, colocadas em papel filtro em duas placas de acrílico e mantidas sobre um peso de 10kg durante 5 minutos. Após esse período, as amostras foram pesadas novamente e foi possível determinar o valor de CRA pela equação:

$$CRA (\%) = 100 - [(P_i - P_f/P_i) \times 100]$$

Onde:

Pi = Peso inicial da amostra

Pf = Peso final da amostra

Para as análises de PPC, foi seguido a metodologia descrita por Cason *et al.* (1997) onde as amostras de carne de peito de frango foram pesadas inicialmente, acondicionadas em embalagens, transferidas para banho-maria durante 30 minutos a 85°C. Após o tempo de cozimento, foram resfriadas em temperatura ambiente e posteriormente pesadas. A proporção entre o peso inicial e peso final da amostra, resultou no percentual de PPC.

As mesmas amostras utilizadas para análises de PPC, foram submetidas ao teste de FC. Para determinação da maciez das amostras de carne, foi utilizado o equipamento CT3 Texture Analyzes - Brookfield acoplado em uma sonda Warner-Bratzler.

Para análise de oxidação lipídica, foi realizada utilizando ácido 2-tiobarbitúrico também conhecido como índice de TBARS. O método consiste em detectar por espectrofotometria o complexo de coloração vermelha formado pela condensação de dois moles do ácido 2-tiobarbitúrico com um mol de malonaldeído. O malonaldeído é obtido pela oxidação de lipídeos quando aquecidos em meio ácido. Foram pesados 10 g \pm 0,1g de amostra, a qual foi agitada em ultraturrax com 20 mL de ácido tricloroacético. O volume de 5 mL do filtrado desta mistura adicionado a 5 mL do ácido tiobarbitúrico foram colocados em banho-maria a 85 °C por 35 minutos, resfriados, e a leitura é realizada em espectrofotômetro a 530 nm. O resultado foi expresso em miligramas de malonaldeído por quilograma de amostra (PIKUL *et al.*, 1989).

3.2.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e quando atendida as premissas iniciais, foi realizada análise de variância dos dados e quando significativos ($P < 0,05$) foram submetidos a análise de regressão. As análises dos dados foram realizadas com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2011) e o modelo utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_{jk} + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} = Valor observado na unidade experimental que recebeu o nível i do fator A, com o nível j do fator B na repetição K ;

μ = Média geral da variável observada;

α_i = Efeito do i -ésimo do fator A (Doses de vitamina E = 30, 90, 150, 210 e 270mg*kg⁻¹ de ração);

δ_{jk} = Erro experimental do fator A dentro de parcelas;

β_j = Efeito do j -ésimo do fator B (Idade das aves ao abate= 45, 48, 51 e 54 dias);

$\alpha\beta_{ij}$ = Interação dos fatores A e B;

ε_{ijk} = Erro experimental B dentro de parcelas.

3.3. RESULTADOS

Com relação a qualidade de carne de frango, as médias dos parâmetros pH, L, a^* , b^* , oxidação lipídica, CRA, PPC e FC estão apresentadas na Tabela 2.

Os valores de pH, L, a^* , CRA, FC e oxidação lipídica foram influenciados pela idade das aves ao abate ($P < 0,05$). Somente o parâmetro L sofreu efeito das doses de vitamina E ($P < 0,05$). Para nenhum dos parâmetros testados foi constatado efeito de interação da idade de abate dos animais com as doses de vitamina E ($P < 0,05$). Os parâmetros que tiveram efeito significativo tanto para idade ao abate ou para dose de vitamina E, estão com suas equações de regressão representadas na Tabela3.

TABELA 2 – PARÂMETROS DE QUALIDADE DE CARNE⁽¹⁾, DE MACHOS COBB 500 SUPLEMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE VITAMINA E E ABATIDOS AOS 45, 48, 51 E 54 DIAS DE IDADE.

Idade ao abate (dias)	Doses de vitamina E (mg*kg⁻¹ de ração)	pH	L	a*	b*	CRA (%)	PPC (%)	FC (kgf/cm²)	TBARs (mg*kg⁻¹)
45	30	5,88	51,61	-0,34	11,44	66,62	25,67	1,97	0,182
	90	5,74	53,17	-0,13	11,29	67,11	27,31	1,80	0,244
	150	5,89	53,31	0,17	12,11	68,96	30,36	1,75	0,183
	210	5,83	53,51	-0,10	11,65	67,55	27,76	1,93	0,291
	270	5,82	53,80	0,57	11,67	68,10	28,61	1,76	0,225
48	30	5,94	53,21	0,17	11,20	70,84	30,86	1,97	0,380
	90	5,97	52,18	0,71	11,42	71,72	28,66	1,74	0,380
	150	5,97	51,59	0,37	11,28	71,46	28,49	1,75	0,342
	210	5,94	52,79	0,94	11,52	70,91	27,06	1,94	0,420
	270	5,88	54,80	0,47	12,40	68,16	30,83	1,76	0,331
51	30	6,15	53,23	-0,04	12,22	72,39	26,34	2,17	0,223
	90	6,06	53,41	0,54	11,98	68,38	27,37	2,11	0,272
	150	6,11	54,12	0,14	12,53	71,79	28,88	2,54	0,279
	210	6,10	53,17	0,31	12,30	71,20	28,41	2,29	0,245
	270	6,03	55,55	-0,34	12,14	69,69	28,95	2,45	0,230
54	30	6,04	52,15	-0,07	11,59	70,08	27,73	2,54	0,375
	90	6,01	52,25	0,17	11,29	68,58	30,06	2,64	0,310
	150	6,08	51,90	0,28	11,90	70,54	29,55	2,42	0,360
	210	6,08	51,30	0,11	10,62	69,10	29,54	3,14	0,312
	270	6,06	53,07	-0,29	12,43	69,41	29,98	2,70	0,289
EPM		0,0126	0,1903	0,0574	0,0972	0,3024	0,3054	0,0556	0,0131
P-Valor									
	Idade (I)	<0,001	0,007	0,002	0,038	0,008	0,267	<0,001	0,001
	Dose (D)	0,086	0,017	0,155	0,143	0,398	0,134	0,597	0,283
	I*D	0,588	0,639	0,102	0,568	0,0631	0,486	0,799	0,978

⁽¹⁾ pH 24 horas pós abate, luminosidade (L), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*), capacidade de retenção de água (CRA), perdas por cocção (PPC), força de cisalhamento (FC) e oxidação lipídica (TBARs).

Foi constatado efeito ($P < 0,001$) para o pH da carne de peito de frango somente para a idade dos animais ao abate. Sendo assim, observou-se um comportamento quadrático dos valores de pH em relação a idade dos animais, verificado pelo modelo de regressão na Tabela 3. Não foi possível observar efeito significativo das doses de vitamina E estipuladas no presente estudos ($P = 0,086$), bem como, a interação entre as doses e a idade das aves ($P = 0,588$).

Os valores L da carne de peito de frango apresentaram diferença para a idade dos animais ao abate ($P = 0,007$) e para os níveis de vitamina E ($P = 0,017$). Para a interação dos dias de abate com as doses de vitamina E, não foi observado efeito ($P = 0,639$). Para os dias de abate foi observado um comportamento quadrático ($P = 0,0311$) da luminosidade da carne em relação a idade das aves no momento do abate. Já para os valores de L da carne em relação aos níveis de vitamina E, foi verificado um aumento de forma linear conforme consta na Tabela 3.

Para os valores de a^* carne de peito de frango foi observado efeito ($P = 0,002$) para as diferentes idades de abate das aves, onde observou-se um efeito quadrático ($P = 0,0094$). Para os níveis de vitamina E ($P = 0,155$) e interação dos dias com as doses não foi observado efeito significativo.

Para a intensidade do componente b^* foi observado efeito ($P = 0,038$) para a idade das aves no abate. Não houve efeito para os níveis de vitamina E ($P = 0,143$) e para interação entre os fatores idade ao abate e níveis de vitamina E ($P = 0,568$).

Para CRA das amostras de carne de peito de frango, foi observado efeito significativo ($P = 0,008$) somente para a idade das aves ao abate. Houve efeito quadrático da CRA na carne dos frangos suplementados com vitamina E, esse fato foi observado em relação a idade de abate das aves somente. Os níveis de vitamina E não exerceram efeito significativo ($P = 0,398$) na capacidade de retenção de água, assim como, não houve interação entre os níveis e a idade dos animais ($P = 0,631$).

Para as médias observadas para a característica de PPC da carne de frangos suplementados com vitamina E e abatidos em diferentes idades. Observou-se que não houve efeito significativo para os níveis de vitamina E ($P = 0,267$), idade de abate das aves ($P = 0,134$) e interação dos fatores ($P = 0,486$).

Quanto a FC da carne de frango que foram suplementados com diferentes níveis de vitamina E e abatidos com 45, 48, 51 e 54 dias. Foi observado que não houve efeito significativo dos níveis de vitamina E ($P = 0,597$) e para interação de vitamina E com os dias ($P = 0,799$), porém, foi observado que há efeito ($P < 0,001$) em

relação a idade de abate dos animais, conforme o modelo que demonstrando na Tabela 3, em que a FC aumenta de forma linear conforme aumenta a idade das aves.

Os valores médios de oxidação lipídica da carne de peito de frangos suplementados com vitamina E e abatidos com diferentes idades obtiveram efeito significativo para TBARS para a idade de abate ($P=0,001$), porém não houve diferença ($P=0,283$) para os níveis de vitamina E e para interação dos dois fatores ($P=0,978$).

TABELA 3 – P-VALOR, MODELOS DE REGRESSÃO E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO (R^2) PARA AS VARIÁVEIS DE QUALIDADE DE CARNE ⁽¹⁾, DE MACHOS COBB 500 SUPLEMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE VITAMINA E E ABATIDOS AOS 45, 48, 51 E 54 DIAS DE IDADE.

Variáveis	P-Valor		Modelos de regressão	R^2
	Linear	Quadrático		
pH (dias)	<0,001	0,0031	$pH=-0,004*dias^2+0,4238*dias-5,1403$	0,3811
L (dias)	0,2613	0,0311	$L=0,0448*dias^2+4,3763*dias-53,251$	0,0359
L (vit.E)	0,0101	0,0688	$L=0,0057*dias+52,17$	0,0405
a* (dias)	0,4362	0,0094	$a*=0,0162*dias^2+1,5927*dias-37,734$	0,0443
b* (dias)	0,5799	0,1186	-	-
CRA (dias)	0,0326	0,0006	$CRA=0,1122*dias^2+11,291*dias-213,09$	0,1287
FC (dias)	<0,001	0,0475	$FC=0,1004*dias+2,8016$	0,2305
TBARS (dias)	0,0787	0,1737	-	-

(1) pH 24 horas pós abate, luminosidade (L), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*), capacidade de retenção de água (CRA), perdas por cocção (PPC), força de cisalhamento (FC) e oxidação lipídica (TBARS).

3.4. DISCUSSÃO

A suplementação com diferentes níveis de vitamina E não proporcionou efeito nos valores de pH da carne de peito de frango, porém houve influência da idade das aves quando abatidas. Hoving-Bolink *et al.* (1998) também não obtiveram efeito da suplementação de vitamina E sobre as características de qualidade de carne suína, comparando a idade dos animais e o tempo de suplementação.

Sañudo *et al.* (1996), ao avaliar características de qualidade da carne de cordeiros leves (57 dias de idade), médios (72 dias de idade) e pesados (97 dias de idade), observou situação semelhante onde os animais do grupo pesado e de mais idade apresentaram valores de pH superiores aos demais grupos (leve e médio), os autores atribuíram esse efeito a quantidade de glicogênio disponível no músculo para conversão em ácido lático.

Para frangos de corte a relação do pH final com animais de maior peso vivo se explica por questões genéticas, de acordo com Le Bihan-Duval *et al.* (2008) a seleção

genética comercial para aumento no ganho de peso e crescimento do músculo peitoral contribuiu para que houvesse redução da quantidade de glicogênio armazenado no músculo, o que por sua vez aumenta o pH final da carne após o abate porque não há quantidade suficiente para que ocorra a conversão do glicogênio em ácido lático e conseqüentemente ocorra o abaixamento do pH.

Leonel *et al.* (2007) forneceram uma dieta suplementada com 300 mg de vitamina E*kg⁻¹ de ração durante cinco períodos distintos (1 a 15 dias de idade; 1 a 30 dias de idade; 1 a 45 dias de idade; 15 a 45 dias de idade; 30 a 45 dias de idade) e demonstraram que a suplementação com vitamina E não exerceu efeito significativo no pH final da carne de frango nos períodos avaliados. Os resultados do pH 24 horas *post mortem* do presente estudo corroboram com os relatados, uma vez que foram testados diferentes níveis de vitamina E durante um total de 12 dias, sendo avaliados a cada três dias. Souza *et al.* (2006) também obtiveram os mesmos resultados, porém testando níveis de vitamina E (0, 100, 150 e 200 mg*kg⁻¹ de ração) durante 49 dias de criação.

Para as variáveis de coloração da carne mensuradas pelo sistema CIELAB, não houve efeito para os níveis de vitamina E nos valores de intensidade de a* e b* porém houve influência da idade de abate dos animais, onde os animais de maior idade apresentaram valores do componente a* mais elevado, ou seja, uma carne com aspecto mais avermelhado. Segundo Bianchi *et al.* (2006) afirmam que a idade ao abate influencia o teor de mioglobina na carne de frangos, sendo que quanto maior a idade maior será a quantidade de mioglobina apresentando aspecto mais avermelhado e aparência escura.

Para os valores de L do filé do peito houve influência da dose de vitamina E e da idade de abate. Olivo *et al.* (2001) ao avaliarem a suplementação de vitamina E para frangos em situação de estresse ou não, obtiveram um valor de L de 54,90 para os frangos que não receberam suplementação alguma de vitamina E na dieta. Já para os tratamentos onde foram avaliados o efeito vitamina E para os animais que passaram por estresse calórico, foi observado efeito significativo da vitamina impedindo a instalação da condição de PSE na carne (L<50). Comparando os valores de L obtidos nesse estudo com os valores do grupo de animais de Olivo *et al.* (2001) que receberam suplementação de vitamina E e não foram submetidos a estresse calórico, a média dos valores de L dos autores foi de 48,61, logo, estão abaixo do que foi obtido no presente estudo.

Segundo Barbut (1998) valores de L acima de 50 para peito de frango faz com que a carne de frango se enquadre na condição de PSE. Os valores obtidos no presente trabalho estão todos acima do valor apresentados pelo autor citado acima. Porém para que a carne seja caracterizada como PSE, deve haver combinação entre os valores de pH (<5,8) e L (>52) 24 horas *post mortem* (OLIVO E SHIMOKOMAKI, 2006)

Não foi observada influência das doses de vitamina E utilizadas sobre a CRA do músculo *Pectoralis major*, verificando somente efeito em relação a idade de abate das aves. Alexandre (2014) realizou análises de CRA em carne de frangos que foram suplementados com níveis de 52,5; 46,5; 56,0; 63,0 UI de vitamina E*kg de ração além dos níveis basais descrita pelas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO *et al.*, 2011) durante 42 dias, não observou influência da dosagem e vitamina E utilizada em relação a CRA.

Sendo a CRA uma variável que descreve a capacidade que a carne tem de conter a água entremeada as fibras musculares e está relacionada com a PPC e a FC, o presente estudo traz efeito somente da idade das aves ao abate para CRA. Mostrando que animais mais velhos (48, 51 e 54 dias) apresentaram CRA ligeiramente maior do que animais mais novos (45 dias). O tempo de suplementação explica esse efeito, uma vez que a vitamina E é capaz de conferir as membranas celulares uma certa estabilidade (CHEAH *et al.*, 1995) evitando que a carne perca umidade quando submetida a alguma força externa, como por exemplo, corte e prensagem.

O uso de vitamina E ainda não está bem especificado quanto ao seu mecanismo de ação bioquímico em relação aos parâmetros de qualidade. Porém CHEAH *et al.* (1995) sugerem que há um mecanismo de inibição da vitamina E quanto a atividade da enzima fosfolipase A2. Essa enzima cálcio dependente, desencadeia uma reação responsável pela clivagem de fosfolipídios da membrana celular, ou seja, provocando uma instabilidade na membrana que vai afetar características como perda de água por gotejamento, proteção contra oxidação dos lipídios e capacidade de retenção de água.

Não houve efeito das doses de vitamina E sobre a FC da carne, assim como foi observado por Alexandre (2014). Porém, houve efeito significativo da idade ao abate, conforme os animais ficaram mais velhos, a força de cisalhamento foi maior, portanto uma carne com menos maciez. Os dados obtidos no presente estudo estão de acordo com os de Castellini *et al.* (2002) que avaliaram características de qualidade

de carne de frango que foram criados em sistema convencional e que foram abatidos em diferentes idades (56 e 81 dias de idade), mostrando que quanto maior a idade da ave ao abate, maior a FC.

Não foi observado efeito significativo para vitamina E para a idade ao abate das aves em relação as perdas por cocção da carne. O mesmo foi observado por Alexandre (2014) avaliando doses de vitamina E na dieta de frangos de corte em relação as características de qualidade de carne.

Relacionando os três principais parâmetros que são avaliados e estão relacionados com maciez e suculência da carne, CRA, PPC e FC, observou-se com o presente estudo uma relação da idade dos animais ao abate. Ao passo que as aves mais velhas mantiveram médias de CRA superiores a de aves mais jovens, o mesmo aconteceu com as médias de PPC e FC. Sendo assim, quando essa carne foi submetida ao calor, perdeu mais água do que a carne de animais jovens e conseqüentemente foi necessário exercer mais força para avaliar a maciez (FC).

O fato dos valores médios de FC aumentarem de forma linear conforme aumenta a idade das aves, pode ser explicado por Bertram *et al.* (2007). Os autores demonstraram que na carne de suínos mais jovens (90 dias) a água se distribui de forma mais homogênea do que na carne de animais mais velhos (140 a 180 dias). Sendo assim, Fang *et al.* (1999) explicam esse efeito da idade, afirmando que o animal com mais idade tem maior proporção de tecido conjuntivo entremeado ao músculo.

Não foi observado efeito significativo para os níveis de vitamina E utilizadas em relação a oxidação lipídica mensurada pela determinação de TBARS da carne de peito de frango 45 dias após estocagem sob congelamento sugerindo que a dose de vitamina que foi utilizada anteriormente até os 42 dias de idade dos animais foi suficiente para manter baixos valores de TBARS. Leonel *et al.* (2007) realizaram análises de TBARS com peito de frango (estocados por 3 dias sob refrigeração) que foram suplementados com $150 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ de ração durante períodos diferentes e dos cinco períodos avaliados, em todos a carne de peito apresentou valores de TBARS superiores ao do presente estudo com a mesma dosagem de vitamina E. No trabalho de Leonel *et al.* (2007) os autores atribuem que há efeito positivo do uso de vitamina E como antioxidante preservando o produto durante a estocagem em curtos períodos.

3.5. CONCLUSÕES

Em frangos de corte alimentados com doses de vitamina E (30, 90, 150, 210 e 270 mg*kg⁻¹ de ração) a partir de 42 dias e criados nas condições do presente estudo em que foram minimizadas situações de estresse para os animais durante o período de criação até o momento do abate, não foi observado efeito das doses de vitamina E sobre os parâmetros de pH da carne 24 horas *post mortem*, intensidade de a*, intensidade de b*, oxidação lipídica (TBARS), CRA, PPC e FC.

A idade dos animais ao abate teve influência na L da carne, aumentou o pH final (animais mais velhos ao abate apresentaram maior pH), a carne dessas aves também apresentou aspecto mais avermelhado (intensidade de a*), maior CRA e FC.

Não foi observado efeito de interação entre a idade dos animais e as doses de vitamina E que foram utilizadas.

A dosagem de vitamina E (100mg*kg⁻¹ de ração) utilizada durante 42 dias de idade foi suficiente para manter boa parte das características de qualidade de carne e impedir que houvesse efeito das doses testadas posteriormente.

3.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRE, N. C. (2014). **Níveis de vitamina “e” em dietas de frangos sobre o desempenho, características da carcaça e da carne e resposta imune.** 72f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) –Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2014.
- BARBUT, S. (1998). Estimating the magnitude of the PSE problem in poultry. **Journal of Muscle Foods**, 9(1), 35-49.
- BARROETA, A. C. (2007). Nutritive value of poultry meat: relationship between vitamin E and PUFA. **World's Poultry Science Journal**, 63(02), 277-284.
- BERTRAM, H. C., STRAADT, I. K., JENSEN, J. A., e AASLYNG, M. D. (2007). Relationship between water mobility and distribution and sensory attributes in pork slaughtered at an age between 90 and 180 days. **Meat science**, 77(2), 190-195.
- BIANCHI, M., PETRACCI, M., E CAVANI, C. (2006). The influence of genotype, market live weight, transportation, and holding conditions prior to slaughter on broiler breast meat color. **Poultry Science**, 85(1), 123-128.
- BOU, R., GUARDIOLA, F., GRAU, A., GRIMPA, S., MANICH, A., BARROETA, A., e CODONY, R. (2001). Influence of dietary fat source, α -tocopherol, and ascorbic acid supplementation on sensory quality of dark chicken meat. **Poultry Science**, 80(6), 800-807.
- BOULIANNE, M., E KING, A. J. (1995). Biochemical and color characteristics of skinless boneless pale chicken breast. **Poultry Science**, 74(10), 1693-1698.
- CASON, J. A., LYON, C. E., E PAPA, C. M. (1997). Effect of muscle opposition during rigor on development of broiler breast meat tenderness. **Poultry Science**, 76(5), 785-787.
- CASTELLINI, C., MUGNAI, C., e DAL BOSCO, A. (2002). Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. **Meat Science**, 60(3), 219-225.
- CHEAH, K. S., CHEAH, A. M., E KRAUSGRILL, D. I. (1995). Effect of dietary supplementation of vitamin E on pig meat quality. **Meat Science**, 39(2), 255-264.
- FANG, S. H., NISHIMURA, T., E TAKAHASHI, K. (1999). Relationship between development of intramuscular connective tissue and toughness of pork during growth of pigs. **Journal of Animal Science**, 77(1), 120-130.
- FERREIRA, D., F. **SISVAR: a computer statistical analysis system.** Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- HAMM, R. (1959). Biochemistry of meat hydration. **Advances in food research**, 10, 355-463.

HOVING-BOLINK, A. H., EIKELENBOOM, G., VAN DIEPEN, J. T. M., JONGBLOED, A. W., E HOUBEN, J. H. (1998). Effect of dietary vitamin E supplementation on pork quality. **Meat Science**, 49(2), 205-212.

LE BIHAN-DUVAL, E., DEBUT, M., BERRI, C. M., SELIER, N., SANTÉ-LHOUTELLIER, V., JÉGO, Y., e BEAUMONT, C. (2008). Chicken meat quality: genetic variability and relationship with growth and muscle characteristics. **BMC genetics**, 9(1), 53.

LEONEL, F. R., OBA, A., PELICANO, E. R. L., ZEOLA, N. M. B. L., BOIAGO, M. M., SCATOLINI, A. M., ... E SOUZA, H. B. A. (2007). Performance, carcass yield, and qualitative characteristics of breast and leg muscles of broilers fed diets supplemented with vitamin E at different ages. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, 9(2), 91-97.

NRC. **NUTRIENT REQUIREMENTS OF POULTRY**. (1994). Subcommittee on Poultry Nutrition. Ninth Revised Edition. National Academics Press, Washington, DC.

OLIVO, R., SCARES, A. L., IDA, E. I., E SHIMOKOMAKI, M. (2001). Dietary vitamin E inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. **Journal of Food Biochemistry**, 25(4), 271-283.

OLIVO, R., SHIMOKOMAKI, M. Carne PSE. In: Shimokomaki, M.; Olivo, R.; Terra, N. N.; Franco, B. D. G. M. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. (2006) São Paulo: Varela.

PETRACCI, M., BIANCHI, M., E CAVANI, C. (2010). Pre-slaughter handling and slaughtering factors influencing poultry product quality. **World's Poultry Science Journal**, 66 (01), 17-26.

PIKUL, J., LESZCZYNSKI, D. E., & KUMMEROW, F. A. (1989). Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 37(5), 1309-1313.

ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., DONZELE, J. L., GOMES, P. C., OLIVEIRA, R. D., LOPES, D. C., ... E EUCLIDES, R. F. (2011). **Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Tabelas brasileiras para aves e suínos.

SAÑUDO, C., SANTOLARIA, M. P., MARIA, G., OSORIO, M., E SIERRA, I. (1996). Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production systems. **Meat Science**, 42(2), 195-202.

SOUZA, P. A., SOUZA, H. B. A., PELICANO, E. R. L., GARDINI, C. H. C., OBA, A., E LIMA, T. M. A. (2006). Efeito da suplementação de vitamina E no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. **Rev. Port. Cienc. Vet**, 101, 87-94.

TARLADGIS, B. G., WATTS, B. M., YOUNATHAN, M. T., E DUGAN JR, L. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **Journal of the American Oil Chemists Society**, 37(1), 44-48.

TROY, D. J., E KERRY, J. P. (2010). Consumer perception and the role of science in the meat industry. **Meat science**, 86(1), 214-226.

WOOD, J. D., E ENSER, M. (1997). Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. **British journal of Nutrition**, 78(01), S49-S60.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cenário que a avicultura de corte se encontra no Brasil hoje, é muito favorável. Sendo assim, nos permite explorar e estudar diversas áreas que possam vir a melhorar determinados pontos da cadeia produtiva.

O consumidor final deve ser o principal foco da indústria que produz alimentos. No caso da indústria de carne, isso não é diferente, hoje o mercado se torna cada vez mais exigente por produtos que sejam de boa procedência e de qualidade. Fazer com que a cadeia produtiva de frango se adeque cada vez mais aos padrões de exigência, é ter no futuro bons resultados e uma abertura de novos mercados ao redor do mundo.

O aumento no consumo da carne de frango vem sendo destaque não apenas pelo valor comercial que esse tipo de proteína animal tem quando comparado as demais, mas também devido à qualidade nutricional. A carne de frango hoje é uma das alternativas de proteína indicada para o público que busca uma alimentação de qualidade e balanceada. Sendo assim, é necessário que o setor de produção de atente para fatores que possam interferir e a outros que venham a agregar valor nutricional ao produto final.

A produção de frangos de corte é dependente do conhecimento e desenvolvimento de técnicas em diversos pontos na produção, como por exemplo, o uso de nutrientes e as formulações de dietas exatas, a fim de obter a campo bons índices zootécnicos, dos quais são resultados de uma nutrição precisa, aliada a genética de qualidade e manejo adequado.

Dentre as diretrizes da nutrição da avicultura de corte, o uso de certos nutrientes, tais como as vitaminas, já estão consolidados e estes representam de 1 a 1,5% dos custos totais da ração (CEPERO BRIZ E BLANCO PÉREZ, 2012). Hoje a indústria conta com formulações e dosagens de vitaminas que vão além do que está estabelecido na literatura, como é o caso do *Nutrient Requirements of Poultry* (NRC, 1994). A literatura base que cita exigências nutricionais para frangos de corte não caminha ao mesmo passo que o desenvolvimento do mercado, sendo assim, a indústria lança mão de utilizar os níveis preconizados e acaba determinando seus próprios níveis em cada fase de criação. Isso acontece devido a velocidade dos avanços da seleção genética que são feitas com as linhagens comerciais modernas.

Tentar otimizar ou até mesmo determinar o período de uso e a dosagem de determinado nutriente na nutrição, é um desafio que ainda requer estudos. Lembrando que o objetivo é maximizar os índices zootécnicos a um custo mínimo de produção.

A vitamina E, tema desse estudo, é um componente de caráter importante na produção. Não está apenas relacionado com funções metabólicas que afetam a saúde do animal, mas também exerce um papel importante no produto final, seja ele *in natura* ou processado. O principal papel da vitamina E, está relacionado a sua ação como antioxidante que quando fornecido na dieta ou adicionado no processamento da carne de frango, pode trazer benefícios.

A suplementação com vitamina E já é uma alternativa aplicada pela nutrição animal com o objetivo de ter um produto final de qualidade. Já se sabe que com a suplementação, é possível melhorar parâmetros de qualidade de carcaça dos frangos de corte e o principal deles é a estabilidade da oxidação lipídica e de coloração da carne. Quando essas reações de oxidação ocorrem de forma natural e sem controle, o resultado é uma série de características indesejáveis da carne, tais como, odor e coloração anormal na carne durante a estocagem em prateleira. O uso da vitamina E impede o desencadeamento de uma série de reações bioquímicas, o que por sua vez, faz com que o produto se mantenha íntegro por um tempo prolongado e preservando boas características durante o tempo de prateleira.

4.1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEPERO BRIZ, R; BLANCO PÉREZ, A. (2012) Optimum vitamin nutrition in broilers and turkeys. In: Barroeta, A. C., Baucells, M. D., Pérez, A. B., Calsamiglia, S., Casals, R., Briz, R. C., e Weber, G. **Optimum Vitamin Nutrition**. United Kingdom. p. 39-242.

NRC. **NUTRIENT REQUIREMENTS OF POULTRY**. (1994). Subcommittee on Poultry Nutrition. Ninth Revised Edition. National Academics Press, Washington, DC.