



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS DE ARAGUAÍNA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL**

**DESEMPENHO E PARÂMETROS BIOQUÍMICOS E  
HEMATOLÓGICOS DE FRANGOS DE CORTE EM DIETAS COM  
DIFERENTES NÍVEIS DE VITAMINA E NAS FASES INICIAL E  
CRESCIMENTO**

**MAYARA DA CRUZ RIBEIRO**

**ARAGUAÍNA  
2019**

**MAYARA DA CRUZ RIBEIRO**

**DESEMPENHO E PARÂMETROS BIOQUÍMICOS E  
HEMATOLÓGICOS DE FRANGOS DE CORTE EM DIETAS COM  
DIFERENTES NÍVEIS DE VITAMINA E NAS FASES INICIAL E  
CRESCIMENTO**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutora, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins/UFT.

Área de Concentração: Produção Animal  
Linha de Pesquisa: Alternativas Alimentares para Não Ruminantes

Orientador (a): Prof (a). Dra. Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz  
Coorientador (a): Dra. Mônica Calixto da Silva

**ARAGUAÍNA  
2019**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

R484d RIBEIRO, Mayara da Cruz.  
DESEMPENHO E PARÂMETROS BIOQUÍMICOS E  
HEMATOLÓGICOS DE FRANGOS DE CORTE EM DIETAS COM  
DIFERENTES NÍVEIS DE VITAMINA E NAS FASES INICIAL E  
CRESCIMENTO. / Mayara da Cruz RIBEIRO. – Araguaína, TO, 2019.  
70 f.  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus  
Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em  
Ciência Animal Tropical, 2019.  
Orientadora : ROBERTA GOMES MARÇAL VIEIRA VAZ  
Coorientadora : MÔNICA CALIXTO DA SILVA  
1. Antioxidante. 2.  $\alpha$ -tocoferol. 3. Frangos de corte. 4. Imunologia.  
I. Título

**CDD 636.089**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MAYARA DA CRUZ RIBEIRO

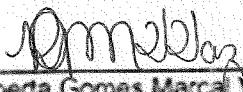
**DESEMPENHO E PARÂMETROS BIOQUÍMICOS E  
HEMATOLÓGICOS DE FRANGOS DE CORTE EM DIETAS COM  
DIFERENTES NÍVEIS DE VITAMINA E NAS FASES INICIAL E  
CRESCIMENTO**

Tese apresentada como requisito parcial para  
obtenção do título de Doutora, junto ao Programa  
de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical  
da Universidade Federal do Tocantins.


Orientador (a): Prof(a). Dra. Roberta Gomes  
Marçal Vieira Vaz

Aprovada em: 07/08/2019

**BANCA EXAMINADORA**



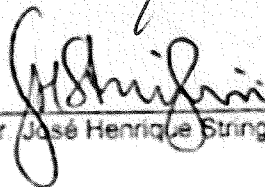
Profª Dra. Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz (Orientadora), UFT

  
Dra. Mônica Calixto da Silva (Coorientadora), UFT

Prof. Dr. Luiz Fernando Teixeira Albino, UFV



Prof. Dr. Gerson Fausto Silva, UFT



Prof. Dr. José Henrique Stringhini, UFG

***“À Deus, que jamais me  
abandonou nas horas de  
provação e de sofrimento”***

## AGRADECIMENTOS

### À Deus pelo dom da vida, saúde e discernimento:

*“Permanece firme na justiça e no temor, e prepara a tua alma para a provação, humilha teu coração, espera com paciência, dá ouvidos e acolhe as palavras de sabedoria; não te perturbes no tempo da infelicidade, sofre as demoras de Deus; dedica-te a Deus, espera com paciência, a fim de que no derradeiro momento tua vida se enriqueça. Aceita tudo o que te acontecer. Na dor, permanece firme; na humilhação, tem paciência. Pois é pelo fogo que se experimentam o ouro e a prata, e os homens agradáveis a Deus, pelo caminho da humilhação” (ECLO 2).*

Agradeço ao meu **pai Carlos Magno Pinto Ribeiro** e a minha **mãe Raimunda Maria da Cruz Ribeiro**, por todo o amor, carinho e persistência. Sempre com palavras de motivação, confiaram e sofreram junto comigo todos os meus desafios e demoras.

Ao meu namorado **Rogel dos Santos Sales**, por estar ao meu lado. Agradeço pelo amor e cumplicidade nos momentos ruins que enfrentei durante esses anos. E pelo carinho de **Vitor Emanuel**, que como um presente alegrou meus dias

Aos meus irmãos **Ana Paula da Cruz Carvalho** e **Carlos Magno P. Junior**, que permaneceram presentes nos momentos festivos e difíceis, mesmo com a distância física.

A minha **Avó Francisca Ana de Jesus**, mulher nordestina, corajosa, íntegra e alegre, com seu exemplo de vida, me motivou a seguir sempre em frente.

Aos meus sobrinhos amados, **Vinícius, Vitória, Elizabeth, Clara** que me fizeram transbordar amor e coragem para enfrentar todos os desafios.

À minha amiga **Aline Leite Moreira e família**, simplesmente obrigada!

Agradeço aos meus tios e tias, obrigada por sempre acreditarem.

A minha orientadora professora **Dra. Roberta Vaz**, obrigada pela orientação, confiança, paciência, estímulos e ensinamentos no decorrer desses anos no doutorado.

A minha coorientadora **Dra. Mônica Calixto da Silva**, obrigada pela ajuda nos momentos difíceis, seu apoio, amizade e ensinamentos foram importantes para a minha formação.

Ao professor **Dr. Luiz Fernando Teixeira Albino**, por toda a ajuda no decorrer do doutorado, agradeço por sua atenção e por todos os ensinamentos.

Ao professor **Dr. Gerson Fausto**, pelas palavras amigas e sinceras, sempre me motivou a ser uma profissional melhor.

Ao professor **Dr. Henrique Stringhini**, pelo respeito que sempre demonstrou, seus ensinamentos e por sua contribuição sempre assertiva.

Obrigada a todos os **professores** que fizeram parte da minha jornada durante todos esses anos de doutorado na UFT em especial: **Ana Kellen, Kênia, Maria de Jesus, Rozana.**

Ao meu amigo Prof. Dr. **Iberê Parente**, uma pessoa única e generosa, que sempre me motivou a seguir sem medo o meu objetivo.

À **Aleane**, companheira de jornada, que trilhou esse mesmo caminho comigo, com perseverança, alegria e amizade, conseguimos concluir essa fase da nossa vida.

Aos amigos do grupo **NEPANAC**, **Fabiolla**, **Hérica**, **Jefferson**, **Jerry**, **Josimar**, **Latóya**, **Magna**, **Nazaré**, **Maria Paula**, e aos que contribuíram para essa caminhada **Airton**, **Juliane** e **Luciano**, agradeço por toda a ajuda e empenho, me sinto honrada por ter partilhado os dias com vocês.

Ao **Wesley** e **Adriano**, do Laboratório de Qualidade de Carne, obrigada pela ajuda, amizade e por estarem sempre disponíveis.

Aos amigos que Deus me deu durante esses anos de UFT. Agradeço ao grupo do Laboratório de Morfofisiologia e Bioquímica de peixes Neotropicais, onde executei algumas análises e pude ter o acolhimento do **Prof. Sandro Moron**, as técnicas **Gilzelle**, **Liana** e **Elis**, e os alunos que passaram por esse setor e se tornaram amigos **Nádia Stefanine**, **Jayne**, **Laiane**, **Laiza**, **Pamyliuk**, **Kamilla**, **Crispim**, **David**, **Alana**, **Venúcia**, que me acolheram desde o primeiro dia, oferecendo sempre ensinamentos, uma mão amiga e uma xícara de café.

A todos os integrantes do grupo **GEPA**, pela contribuição e apoio na realização desse trabalho e por todas as alegrias vividas.

A todos os amigos de pós-graduação **Aline**, **Benta Natânia**, **Flavinha**, **Fernanda Alves**, **Nahuria Karajá**, **Leonardo**, **Thaís Valeria**, **Everton**, **Carla**, **Carolzinha**, **Raquel**, **Ranny**, **Thiago**, **Márcio**, **Luan**, pela convivência e aprendizado.

Ao secretário do PPGCat **Jeekyçon Cardoso**, pela sua atenção, eficiência e gentileza, um amigo solícito com as palavras certas.

A família que Deus me concedeu durante esses anos, **Dom Raimundo** e **Lucimary** e **família**, obrigada pela presença amiga, pelo acolhimento e por todo o amor. Agradeço também à amizade, obrigada a **Silvana**, **Janeffer** e **Zulmira**, momentos únicos.

Aos amigos professores que sempre me motivaram a nunca desistir dos meus sonhos, **Jane Mello**, **Florisval Protásio**, **Isabelle Batista**, **Sandra**, **Alline**, **Danielle** e **Tercya**.

As empresas **GRANFORTE** e **ASA Alimentos** pelo fornecimento de matéria-prima para realização dos experimentos. A **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES**, pela concessão da bolsa de estudos.

À **Universidade Federal do Tocantins/UFT** e ao **Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical/PPGCat**, pela oportunidade da formação a nível de doutorado, agradeço aos **professores e funcionários pelo apoio**.

## RESUMO

Objetivou-se com este experimento avaliar os níveis de vitamina E sobre o desempenho, qualidade de carne e fatores imunológicos de frangos de corte dos 8 aos 35 dias de idade. Foram utilizados 288 pintos de corte da linhagem Cobb 500, machos, criados até o oitavo dia de acordo as recomendações da linhagem, e alimentados com apenas 50% das exigências de vitamina E. Em seguida, foram distribuídos delineamento inteiramente casualizado (DIC) em quatro tratamentos (50%, 100%, 150%, 200% Vit. E) e seis repetições, com doze animais por unidade experimental. Foram avaliados o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar, o peso corporal, o peso dos órgãos imunes (Baço e Bursa de Fabricius) e das vísceras comestíveis (coração, fígado e moela), o peso e comprimento do intestino delgado, o rendimento de carcaça e cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa), a gordura abdominal, a qualidade física da carne (pH, luminosidade, teor de amarelo, teor de vermelho, força de cisalhamento, perda de peso por cocção/PPCO e concentração de Malonaldeído/TBARS), parâmetros hematológicos, bioquímica sérica e muscular. Houve efeito linear crescente para o teor de amarelo ( $b^*$ ), e efeito decrescente para o perfil de oxidação (TBARS). Não houve influência no perfil hematológico, na contagem diferencial de leucócitos e nas análises bioquímicas. Também não houve efeito dos níveis de vitamina E no ganho de peso, no consumo de ração, na conversão alimentar, no peso da vísceras comestíveis, no rendimento dos cortes nobres, na deposição de gordura abdominal, na luminosidade ( $L^*$ ), no teor de vermelho ( $a^*$ ), no pH e temperatura (TEMP) da carne, na perda de peso por cocção (PPCO) e na força de cisalhamento (FC). Os diferentes níveis de vitamina E não afetaram as características produtivas de desempenho, porém influencia positivamente a concentração de malonaldeído (TBARS) e o teor de amarelo, porém, influenciou importantes parâmetros para a qualidade de carne. As variáveis hematológicas não apresentaram alterações, porém à medida que aumentou os níveis de vitamina E nas dietas, observou-se melhora no perfil imunológico das aves. Conclui-se que o menor nível de vitamina E de 50%, correspondente a 22,9 mg/kg e 18,05 mg/kg para o período 8 a 21 e de 22 a 35 dias, respectivamente, atendeu as exigências nutricionais das aves.

**Palavras-chave:** antioxidante,  $\alpha$ -tocoferol, exigências, frangos de corte, imunologia.



## ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate vitamin E levels on performance, meat quality and immunological factors of broilers from 8 to 35 days of age. A total of 288 male Cobb 500 broiler chicks were bred until the eighth day according to the lineage recommendations and fed only 50% of the vitamin E requirements. Then, a completely randomized design (CRD) was distributed in four treatments (50%, 100%, 150%, 200% Vit. E) and six replications, with twelve animals per experimental unit. Feed intake, weight gain, feed conversion, body weight, weight of immune organs (Spleen and Bursa of Fabricius) and edible viscera (heart, liver and gizzard), weight and length of the intestine were evaluated. weight, carcass yield and prime cuts (breast, thigh and drumstick), abdominal fat, meat physical quality (pH, lightness, yellow content, red content, shear force, cooking weight loss / PPCO and concentration of Malonaldehyde (TBARS), hematological parameters, serum and muscle biochemistry. There was increasing linear effect for yellow content (b\*), and decreasing effect for oxidation profile (TBARS). There was no influence on hematological profile, differential leukocyte count and biochemical analyzes. There was also no effect of vitamin E levels on weight gain, feed intake, feed conversion, edible viscera weight, noble cuts yield, abdominal fat deposition, luminosity (L \*), fat content. red (a \*), meat pH and temperature (TEMP), cooking weight loss (PPCO) and shear force (FC). The different levels of vitamin E did not affect the productive performance characteristics, but positively influenced the malonaldehyde concentration (TBARS) and the yellow content, however, influenced important parameters for meat quality. The hematological variables showed no changes, but as the levels of vitamin E in the diets increased, the immunological profile of the birds was improved. It was concluded that the lowest vitamin E level of 50%, corresponding to 22.90 mg/kg and 18.05 mg/kg for the period 8 to 21 and 22 to 35 days, respectively, met the nutritional requirements of the birds.

**Keywords:** antioxidant,  $\alpha$ -tocopherol, requirements, broilers, immunology.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Capítulo 1

Figura 1. Estrutura química do $\alpha$ -tocoferol .....	16
Figura 2. Estrutura do metabolismo da vitamina E nos tecidos.....	17
Figura 3. Absorção: transporte no lúmen intestinal das vitaminas lipossolúveis até a borda em escova.....	19
Quadro 4. Trabalhos realizados com a vitamina E na alimentação de frangos de corte.....	24

### Capítulo 3

Figura 1. Fotomicrografia de esfregaço sanguíneo de frangos de corte (Coob 500®) alimentados com dietas com vitamina E: (a) eritrócitos; (b) eritrócitos e trombócitos (seta); (c) eritrócitos, eosinófilos (seta), trombócitos (cabeça de seta); (d) eritrócitos, basófilos (seta), linfócito (cabeça de seta), eosinófilo (estrela); (e) heterófilos (seta); (f) heterófilo (seta), monócito (cabeça de seta). Panótico Rápido 100x.....	57
--	----

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1

Tabela 1 - Níveis de vitamina E nas dietas experimentais para frangos de corte.....	23
---	----

### Capítulo 2

Tabela 1 - Níveis de vitamina E nas dietas experimentais para frangos de corte.....	34
---	----

Tabela 2 - Composição das rações basais de acordo com as fases de criação.....	35
--	----

Tabela 3 - Valores médios de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), e peso corporal aos 35 dias (P35d) de frangos de corte dos 8 aos 35 dias de idade de acordo com o nível de Vitamina E .....	39
---	----

Tabela 4 - Médias dos rendimentos de carcaça (RC), coxa (RCX), sobrecoxa (RSCX), peito (RP) e gordura abdominal (GA) de frangos de corte aos 35 dias de idade, de acordo com o nível de Vitamina E .....	40
--	----

Tabela 5 - Peso relativo do coração (COR), moela (MO), fígado (FG), intestino delgado (ID) e comprimento do intestino delgado (CID), baço (BA) e bursa de Fabricius (BUR) de frangos de corte abatidos aos 35 dias de idade, de acordo com o nível de Vitamina E .....	41
--	----

Tabela 6 - Valores médios de luminosidade (L*), vermelho (a*), amarelo (b*), pH, temperatura (TEMP), força de cisalhamento (FC), perda de peso por cozimento (PPCO) e perfil de oxidação (TBARS) da carne do peito de frangos de corte abatidos aos 35 dias de idade .....	42
--	----

### Capítulo 3

Tabela 1 - Níveis de vitamina E nas dietas experimentais para frangos de corte.....	51
---	----

Tabela 2 - Composição das rações basais de acordo com as fases de criação.....	52
--	----

Tabela 3 - Parâmetros hematológicos e índices hematimétricos de frangos de corte alimentados com dietas com níveis de Vitamina E aos 35 dias de idade.....	55
--	----

Tabela 4 - Valores médios de Leucócitos de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de vitamina E aos 35 dias de idade.....	56
---	----

Tabela 5 - Perfil bioquímico e enzimático de frangos de corte alimentados com dietas com níveis de vitamina E aos 35 dias de idade.....	59
---	----

## SÚMARIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	8
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	10
LISTA DE TABELAS.....	11
<b>CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>13</b>
1.1 INTRODUÇÃO.....	13
1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
1.2.1 Composição Química da Vitamina E.....	15
1.2.2 Fontes Orgânicas de Vitamina E.....	17
1.2.3 Absorção, Transporte e Ação Antioxidante.....	19
1.2.4 Função imune da vitamina E.....	21
1.2.5 Utilização da vitamina E na alimentação das aves.....	22
2 REFERÊNCIAS.....	26
<b>Capítulo 2. Níveis de vitamina E em dietas de frangos de corte dos 8 aos 35 dias de idade.....</b>	<b>31</b>
RESUMO.....	31
ABSTRACT.....	32
1 INTRODUÇÃO.....	33
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
1.4 CONCLUSÃO.....	43
2 REFERÊNCIAS.....	44
<b>Capítulo 3. Parâmetros sanguíneos de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de vitamina E.....</b>	<b>47</b>
RESUMO.....	47
ABSTRACT.....	48
1 INTRODUÇÃO.....	49
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	51
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
1.4 CONCLUSÃO.....	62
2 REFERÊNCIAS.....	63
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>68</b>

## CAPÍTULO 1

### 1.1 INTRODUÇÃO

Os bons índices de produtividade na criação de frangos de corte, são provenientes da elevada otimização do manejo e da tecnificação, aliados aos avanços na nutrição, que influenciaram positivamente no setor avícola. O Brasil lidera o ranking de exportação de carne de frangos e é o segundo maior produtor mundial de carne (ABPA, 2018).

Entretanto, alguns aspectos devem ser considerados para melhorar o bem-estar das aves. Um fator limitante na criação intensiva de frangos de corte é a influência negativa do ambiente sobre os parâmetros produtivos. O consumo de ração, o ganho de peso, o rendimento da carcaça, a qualidade da carne, são indicadores produtivos importantes e podem ser influenciados pelas altas temperaturas, assim como, os índices fisiológicos e o *turnover* proteico (VAZ et al., 2014; POMPEU et al., 2015; ZEFERINO et al., 2016).

A tolerância ao calor e a adaptabilidade às variações ambientais, são fatores importantes na produção de frangos de corte. Dessa forma, temperaturas elevadas podem levá-los ao estresse por calor, ocasionando declínio na produção avícola, sendo necessário a utilização de nutrientes funcionais para minimizar os efeitos negativos sobre os parâmetros de desempenho (SOUZA et al., 2011).

O equilíbrio fisiológico influencia negativamente o desempenho das aves expostas a fatores estressantes e a altas temperaturas, principalmente nas fases iniciais. Pode ocorrer redução no consumo alimentar, pois nessa situação há bloqueio no centro do apetite no hipotálamo, o que eleva a sensibilidade às doenças, pois aves submetidas a estresse ambiental geralmente têm sua função imune reduzida e mudanças fisiológicas na tentativa de manter a homeostase térmica (NAIN et al., 2008; LOPES et al., 2015).

A vitamina E é considerada um imunomodulador importante, e sua forma ativa comum nas membranas é o  $\alpha$ -tocoferol, sendo a primeira defesa delas, interagindo com os ácidos graxos insaturados presentes (LEONHARDTM et al., 1997). As aves não sintetizam de forma eficiente a vitamina E, de forma a atender a sua demanda fisiológica, logo, sua exigência deve ser suprida pela dieta mesmo que a suplementação vitamínica corresponda a apenas 1-3% do curso da ração, pois deve-

se considerar seus benefícios ao organismo (CHAN; DECKER, 1994; MACDOWELL, 2000).

A adição de níveis acima do recomendado de vitamina E, também exerce influência significativa no sistema imunológico, melhorando a resposta imune das aves, o bem-estar e por consequência maior tempo de prateleira, devido a melhora dos parâmetros de qualidade da carcaça (SOUZA et al., 2011; ZEFERINO et al., 2016).

A nutrição tem influência direta sobre a saúde e bem-estar das aves, associada a boas práticas de manejo é possível alterar positivamente as respostas produtivas e imunológicas dos animais por meio da utilização de vitaminas. A vitamina E administrada na dieta durante a vida das aves, traz inúmeros benefícios no desempenho produtivo e nos estágios de indução e maturação da resposta de síntese de anticorpos, melhorando a sua resposta imunológica (LOPES et al., 2015).

A resposta imune do organismo também pode influenciar na composição sanguínea, com produção de anticorpos a antígenos estranhos, otimizando a relação heterófilo-linfócito e a quantidade de alguns hormônios específicos (RIBEIRO et al., 2008).

## 1. 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 1.2.1 Composição Química da Vitamina E

As vitaminas participam de todos os processos metabólicos, e são nutrientes essenciais por participar como cofatores em várias reações metabólicas e por controlar processos vitais no organismo. Normalmente não são sintetizadas em quantidade suficientes pelas aves animais, com tem estreita relação entre o organismo e o funcionamento do sistema imune. São indispensáveis para o crescimento, influenciam nos parâmetros produtivos e auxiliam em respostas imunológicas importantes (FELIX et al., 2009; KHAN et al., 2012).

A vitamina E, também conhecida como tocoferol, deriva das palavras gregas *tocos*, que significa nascimento, e *pherein*, que significa transportar. Foi descoberta pelos pesquisadores Evans e Bishop (1922), estudada como fator lipossolúvel de óleos vegetais, utilizada na fertilidade em estudos com ratos, sendo o primeiro antioxidante biológico identificado (MACARI et al., 2002).

Além do tocoferol, pode ser encontrada também na forma de tocotrienol, em várias formas na fração lipídica de vegetais como germe de trigo ( $\alpha$ -tocoferol e  $\beta$ -tocoferol), milho ( $\gamma$ -tocoferol) e na soja ( $\delta$ -tocoferol), porém a forma mais importante nutricionalmente com atividade de vitamina E, são o  $\alpha$ -tocoferol e o  $\alpha$ -tocoferol-acetato (Figura 1). A diferença entre tocotrienóis e tocoferóis está na cadeia lateral insaturada, com três duplas ligações em sua cauda (MACARI et al., 2002; BERTECHINI, 2006; GUINAZI et al., 2009).

O grupo Tocoferol apresenta uma cadeia lateral saturada com 16 átomos de carbono, e inclui quatro dos oito compostos ( $\alpha$ -tocoferol,  $\beta$ -tocoferol,  $\gamma$ -tocoferol e o  $\delta$ -tocoferol), que diferem na quantidade de grupos metil que substituem o anel aromático do tocol. O segundo grupo com atividade biológica da vitamina E são os tocotrienols ( $\alpha$ -tocotrienol,  $\beta$ -tocotrienol,  $\gamma$ -tocotrienol e o  $\delta$ -tocotrienol), e se diferenciam pelas substituições de grupos metil em locais diferentes do anel aromático (Figura 1) (GUINAZI et al., 2009).

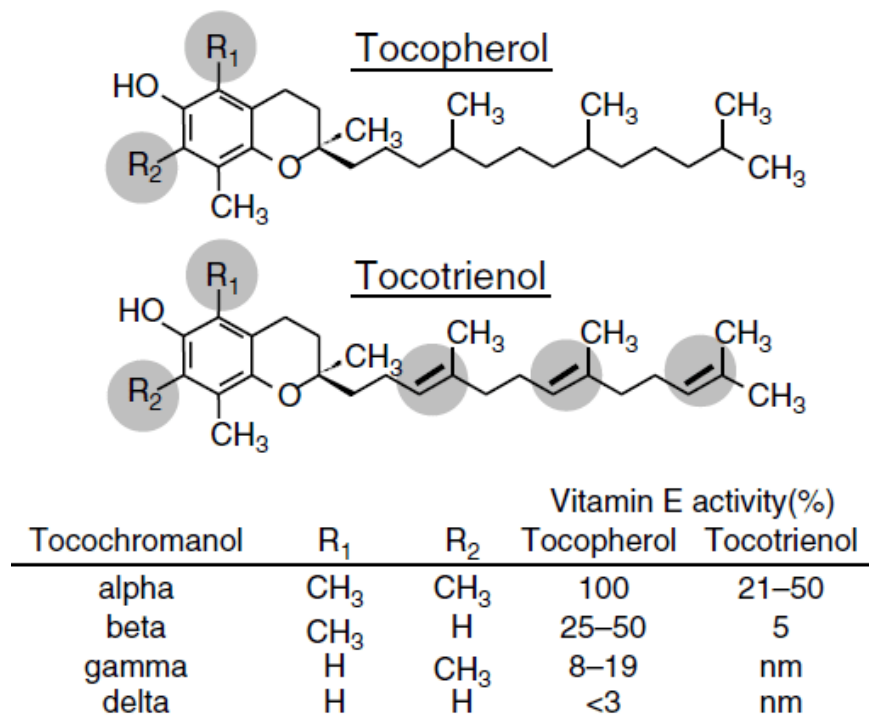


Figura 1 – Estrutura química do  $\alpha$ -tocoferol.  
 Fonte: www.researchgate.net; Guinazi et al. (2009).

A vitamina E têm diferentes destinos metabólicos e todos os isômeros tocotrienol e tocoferol desempenham atividade antioxidante. Inativam o radical livre, doando um elétron, e pela capacidade de doar um átomo de hidrogênio (próton e elétron) do grupo hidroxila do anel para um dos radicais livres no corpo. A deficiência de alfa-tocoferol pode ter os sintomas aliviados pelo uso de tocotrienóis, pois estes também exercem um papel funcional (MACARI et al., 2002; BERTECHINI, 2006; GUINAZI et al., 2009).

O alfa-tocoferol apresenta alta atividade biológica e absorção intestinal, com maior deposição nos tecidos, é excretada na bile além de ter menor excreção fecal, com oxidação mais lenta em comparação com as demais formas encontradas e eliminada através das fezes (Figura 2) (MACARI et al., 2002; POMPEU et al., 2015).



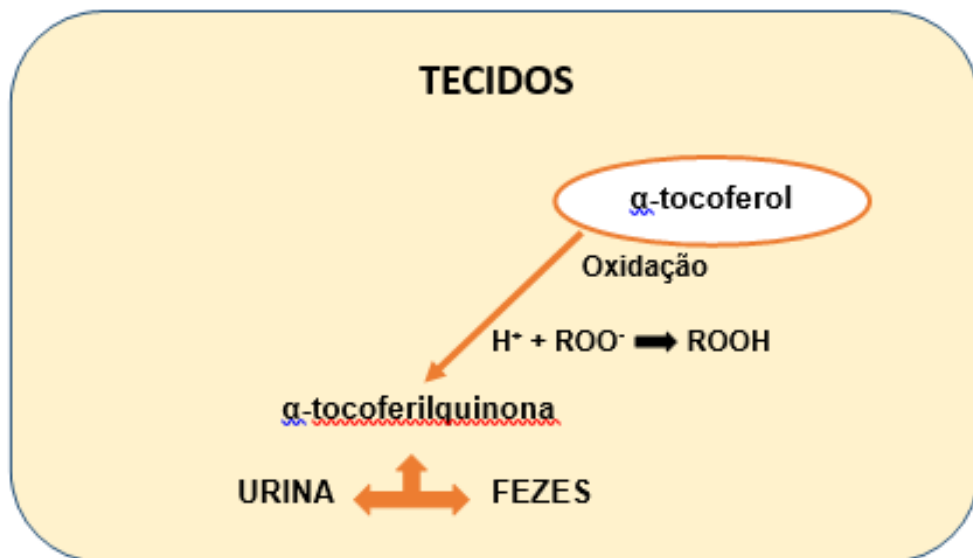


Figura 2 – Estrutura do metabolismo da vitamina E nos tecidos.  
Fonte: Adaptada de Bertechini (2006).

### 1.2.2 Fontes Orgânicas de Vitamina E

A vitamina E se apresenta na natureza na forma de  $\alpha$ -tocoferol e  $\beta$ -tocoferol, comercialmente se apresenta como DI- $\alpha$ -tocoferol e acetato de DI- $\alpha$ -tocoferol. Os óleos vegetais comestíveis possuem altas concentrações de tocoferóis e alguns tocotrienóis, sendo os alimentos de maior contribuição para a ingestão de vitamina E pela população (FANCHIOTTI et al., 2010).

As fontes de vitamina E são vegetais verdes escuros, óleos vegetais, gema de ovo e fígado. É classificada como vitamina lipossolúvel, existem oito formas naturais ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ , tocoferóis e tocotrienóis), que se diferem pela estrutura química de suas moléculas (MACDOWELL, 2000).

Dentre os alimentos mais ricos em vitamina E, estão os óleos de girassol, algodão, palma, canola, amendoim, oliva, milho, coco e de soja, principal forma na ingestão de tocoferóis, pelo alto consumo da população dessas fontes naturais. O  $\gamma$ -tocoferol é o composto predominante em óleos de soja e de milho, sendo que o óleo de palma é o que apresenta maior teor de tocotrienóis (ALMEIDA et al., 2009; GUINAZI et al., 2009).

Os tocoferóis ocorrem à temperatura ambiente, sob a forma de um óleo viscoso amarelo-pálido, insolúveis em água e solúveis em gorduras, óleos e solventes orgânicos (éter, acetona, clorofórmio, metanol, álcool etílico e metílico). São pouco sensíveis ao calor, luz e ácido e muito sensíveis à oxidação e bases, os ésteres são

estáveis, incluindo o acetato de D $\alpha$ -tocoferol (MACARI et al., 2002; BERTECHINI, 2006; GUINAZI et al., 2009).

O nível e a ação da vitamina E, está condicionada a esses alimentos, dependendo do tipo de processamento empregado, da embalagem e do armazenamento. Exposição à luz alta, temperaturas elevadas, ao oxigênio e fatores adversos, podem interferir negativamente para a biodisponibilidade dessa vitamina. O processo de refinação dos óleos pode reduzir o teor vitamínico em até 80% (DEL CARO et al., 2006; GUINAZI et al., 2009).

Nem todo alimento contém todas as vitaminas e alguns possuem maior quantidade de certas vitaminas do que de outras. Como compostos químicos definidos, as vitaminas produzidas comercialmente são tão importantes quanto as encontradas em alimentos naturais (MACARI et al., 2002; GUINAZI et al., 2009).

Para a experimentação animal, normalmente são utilizadas vitaminas semissintéticas, purificadas ou obtidas por síntese, o que muitas vezes pode tornar as dietas onerosas para sua aplicação, devido ao seu alto valor, fator este que pode ser compensado pela pequena quantidade utilizada e suas inúmeras vantagens. Na formulação de rações para frangos de corte, as exigências de vitaminas são baixas quando relacionadas aos outros nutrientes (ROSTAGNO et al., 2017).

A utilização da vitamina E, está condicionada a sua eficiência na alimentação e produção dos frangos de corte, mas apresenta variações na sua qualidade, devido a conservação do alimento, oxidação ou pela existência de antivitaminas, tornando-a inativa ou sua ação mais complexa, que podem substituir seu lugar nas reações biológicas (MACARI, 2002; BERTECHINI, 2006).

As vitaminas podem representar de 1 a 3% do valor da ração, sendo que o custo da adição da vitamina E é alto, pode variar de 0,1 a 0,5% do valor na formulação da dieta (R\$ 1.800,00/kg), fator limitante para a sua utilização nas rações, quando há necessidade de suplementação. Com isso, seu uso é mais criterioso e sua carência pode ser mais comum nas criações animais. É imperativo prevenir e combater os fatores que aumentem sua exigência na produção de frangos de corte, como a diminuição dos níveis de selênio e dos aminoácidos sulfurados, estresse, manejo sanitário, qualidade dos ingredientes da ração, dentre outros (TOLEDO et al., 2006; GUINAZI et al., 2009; ZEFERINO et al., 2016).

Considera-se complexo quantificar os efeitos negativos da insuficiência vitamínica no cenário produtivo, muitas vezes pela ausência de sintomas de carência,

além de inúmeros fatores de variação, como o ambiente, a resposta animal e o tipo de alimento a ser utilizado (FELIX et al., 2009; KHAN et al., 2012).

### 1.2.3 Absorção, Transporte e Ação Antioxidante

É absorvida na forma não esterificada no intestino delgado, incorporada aos quilomícrons e secretada na circulação linfática. É armazenada principalmente no fígado e tecido adiposo, podendo ser utilizada para a manutenção dos níveis sanguíneos normais. Também pode ser encontrada nas mitocôndrias e nas membranas dos microsomas. Sofre oxidação nos tecidos com a liberação de hidrogênio que completa a instauração dos carbonos dos ácidos graxos insaturados das membranas das células na molécula de fosfatidilcolina, nas aves é absorvida via sistema porta (BERTECHINI, 2006; KHAN et al., 2012; URSO et al., 2015).

A vitamina E, está relacionada com a digestão e absorção das gorduras com auxílio da bile e da lipase pancreática. Sua absorção ocorre no intestino delgado, sua forma esterificada sofre hidrólise pelas lipases, a bile forma micelas que auxiliam na sua absorção para incorporação nos portomicrons (Figura 3). Em seguida vão ser transportados até o fígado, e se ligam às VLDL (proteínas de muita baixa densidade) e daí aos tecidos do organismo, sendo encontrada em grandes quantidades no fígado, adrenais, rins, miocárdio e tecido adiposo (MACARI et al., 2002).

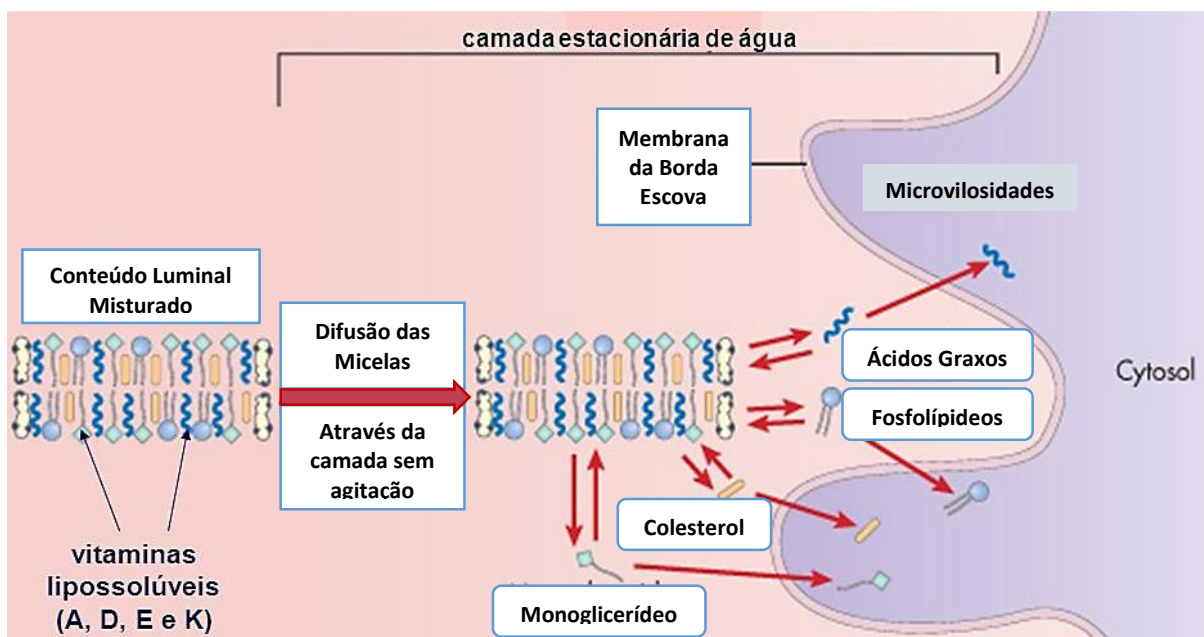


Figura 3 – Absorção: transporte no lúmen intestinal das vitaminas lipossolúveis até a borda em escova  
Fonte: Adaptado Levy et al. (2006)

Em todas as membranas e organelas celulares há uma camada bimolecular de lipídeos, envolvida por uma camada proteica. Para o metabolismo orgânico, é um risco a ocorrência de peroxidação dessa fração lipídica, interferindo na permeabilidade da célula, ruptura das membranas e a possível liberação de complexos enzimáticos, como as hidrolases ácidas que podem levar o animal a morte pelas possíveis formações de reações em cadeia formadas (BERTECHINI, 2006; GUINAZI et al., 2009; FELIX et al., 2009).

Age também no metabolismo muscular, dos carboidratos e da creatina, auxilia na regulação das reservas de glicogênio. Atua na função das glândulas, controlando seu desenvolvimento, prepara e protege a gestação, regulando o metabolismo dos hormônios da hipófise. Tem efeito imunológico, já que estimula a formação de anticorpos, além do poder antitóxico no metabolismo celular. A vitamina E também auxilia na resistência às doenças, pois preserva proteção das substâncias como a vitamina A, melhorando seu aproveitamento e armazenamento no organismo, além da sua ação antioxidante (BERTECHINI, 2006; TOLEDO et al., 2006; FELIX et al., 2009).

Previne as oxidações das gorduras insaturadas ou de outras substâncias sensíveis ao oxigênio como as vitaminas A e C. É elemento importante no transporte direto de elétrons, ou indiretamente como possível agente parcial de ligação do citocromo redutase na cadeia respiratória (WASHINGTON, 1960). Possui importância para as aves, na fase inicial e de crescimento no desenvolvimento do sistema nervoso central (SILVA et al., 2009; KHAN et al., 2012; POMPEU et al., 2015).

Tem relação metabólica com vários nutrientes, como o selênio, zinco, vitamina A e ácido ascórbico. A vitamina E reage com os radicais livres, e interrompe a reação em cadeia, com isso produz o radical tocoferoxil, que pode ser regenerado pela vitamina C, pois há relação com essa vitamina hidrossolúvel (MACDOWELL, 2000; TOLEDO et al., 2006; SOUZA et al., 2011; LOPES et al., 2015).

Assim, a vitamina E auxilia em vários processos metabólicos, otimizando a ação e atuação de várias substâncias importantes para o bom funcionamento do organismo animal.

#### 1.2.4 Função imune da vitamina E

A vitamina E tem despertado interesse e preocupação, pois compõe o grupo de antioxidantes, por sua capacidade de doar e receber elétrons, em conjunto com a vitamina C,  $\beta$ -caroteno, selênio e flavonoides. Atua prevenindo que ácidos graxos insaturados que compõem a membrana celular sejam oxidados, mantendo-as íntegras, função fundamental para que o sistema imunológico mantenha a homeostase. Este grupo tem sido frequentemente associado à prevenção de doenças neurodegenerativas e imunológicas (BOA-AMPONSEM et al., 2000; MACDOWELL, 2000; GUINAZI et al., 2009; KHAN et al., 2012).

É resistente ao peróxido de hidrogênio, assim exerce atividade de proteção à membrana dos eritrócitos. É a primeira defesa, pois seu grupo funcional interage com os ácidos graxos insaturados presentes nas membranas celulares, estabiliza a formação de ácidos graxos poli-insaturados, evita lesões nos vasos sanguíneos, com diminuição da permeabilidade dos capilares, auxiliando no perfil imunológico dos animais (BERTECHINI, 2006; POMPEU et al., 2015).

Sua deficiência afeta o crescimento, problemas reprodutivos e o desenvolvimento do tecido muscular, podendo gerar distrofia muscular nutricional, necroses hepáticas, diátese exsudativa e encefalomalacia (MACARI, 2002).

Nas moléculas sulfuradas, ou glutathione, um antioxidante hidrossolúvel importante ao organismo, a vitamina E protege as membranas nas suas cadeias de reação. O  $\alpha$ -tocoferol associado a outros nutrientes como o selênio, que constitui a enzima glutathione peroxidase, atua como antioxidante, destrói os peróxidos formados, preservando a integridade do pâncreas, órgão responsável pela produção de lipases que ajudam na digestão de gorduras e auxiliam na sua função, evitando a formação de radicais livres, protegendo as paredes celulares, economizando as reservas de vitamina E presentes na dieta (HUANG et al., 2011; MACARI et al., 2002).

O estado antioxidativo das aves é comprometido quando elas são expostas a altas temperaturas, pois há elevação da peroxidação lipídica nos tecidos, acumulando os radicais livres. O desempenho produtivo é afetado, pois esse acúmulo pode exceder a capacidade oxidativa, gerando disfunção das células, influenciando na má qualidade da carne em animais jovens e adultos pois diminui a produção de prostaglandinas no sistema imunológico (MACDOWELL, 2000; MAINI et al., 2007; ZEFERINO et al., 2016).

O emprego de níveis de vitamina E nas dietas de frangos de corte está em evidência pelos benefícios do seu uso quando o animal está em desafio. Seu emprego é condicionado à presença de outros nutrientes, com isso, para atender as necessidades fisiológicas, é necessário analisar quais os nutrientes e o manejo que os animais estão submetidos. É considerada um imunomodulador do sistema antioxidante, para a indústria de alimentos, uma importante alternativa, mitigando os efeitos negativos que esses fatores podem gerar na produção animal (HALICI et al., 2012; VAZ et al., 2014).

Dentre os fatores que são influenciados pelo estresse, o sistema sanguíneo é um importante indicador, pois suas alterações morfológicas e quantitativas estão associadas a essas variações. Há oscilações nos valores do hematócrito, glóbulos brancos, eritrócitos e na concentração de hemoglobina (BOA-AMPONSEM et al., 2000; ROLL et al., 2010).

Quando as aves estão submetidas a alterações ambientais invasivas, ocorre redução no número de linfócitos na corrente sanguínea, aumenta a relação heterófilo-linfócito, devido a liberação de hormônios como o adrenocorticotrópico. Os órgãos imunes também sofrem influência negativa devido a liberação de corticosterona, que gera involução do timo, baço e bursa, suprimindo a imunidade das aves, além de diminuir a atividade fagocítica dos macrófagos (LAGANÁ et al., 2005; QUINTEIRO-FILHO et al., 2010).

Além dos fatores metabólicos que afetam a imunidade das aves, fatores estressantes também influencia na qualidade da carne. Aumenta a incidência de carne caracterizada como PSE (pálida, macia e exsudativa), com baixa capacidade de retenção de água, baixo rendimento na produção industrial e com baixa aceitação pelos consumidores. Ocorre também a oxidação da carne após o abate, fatores estes que podem ser diminuídos pela adição de antioxidantes como a vitamina E, que reduz a instabilidade da cor da carne e diminui a sua rancificação (GUINAZI et al., 2009; DALOLIO et al., 2015).

#### 1.2.5 Utilização da vitamina E na alimentação das aves

A atividade da  $\alpha$ -tocoferol pode ser influenciada por condições de desafio, como patologias ou estresse ambiental. É necessário analisar seu uso corretamente, seguindo as recomendações para cada espécie estudada, pois seu custo pode

corresponder a 50% do total da suplementação vitamínica (TOLEDO et al., 2006; FELIX et al., 2009; HASHIZAWA et al., 2013).

Sua concentração armazenada no músculo depende das características da espécie, do nível e duração da suplementação na dieta. Os níveis de suplementação apresentam grande variação, relacionada a linhagem, sexo, manejo sanitário, idade das aves, ingredientes e fatores estressantes (MACARI et al., 2002; BERTECHINI, 2006; GUINAZI et al., 2009).

A vitamina E pode ser encontrada no organismo animal, auxiliando-o quando submetido a situações de desafio. Sua utilização nas dietas pode aumentar essa concentração nos tecidos, melhora a qualidade de vida dos animais, dos produtos como a carne, pela inibição da oxidação dos ácidos graxos e pelo aumento da sua estabilidade a deterioração oxidativa (GUINAZI et al., 2009).

Para frangos de corte, a exigência de vitamina E é dividida em cinco fases, de acordo com a idade produtiva das aves segundo as recomendações de Rostagno et al. (2011<sup>a</sup>; 2017<sup>b</sup>), NRC (1994) (Tabela 1).

Tabela 1 - Níveis de adição da vitamina E nas dietas para frangos de corte para as diferentes fases de vida

	mg/kg Ração				
	1-7 dias	8-21 dias	22-33 dias	34-42 dias	43-46 dias
2011 <sup>a</sup>	35,0	31,0	28,0	21,0	18,0
2017 <sup>b</sup>	50,8	45,8	36,1	29,5	26,6
NRC	10	10	10	10	10

NRC (1994); Rostagno et al. (2011<sup>a</sup>; 2017<sup>b</sup>).

Mesmo com toda a tecnificação da criação de frangos de corte, há inúmeros fatores que podem piorar os parâmetros imunológicos e por consequência, o desempenho produtivo das aves. Pode ocorrer estresse oxidativo por problemas nutricionais, contaminação da ração com toxinas fúngicas, insuficiente na quantidade dos antioxidantes, estresse por calor, doenças e aumento da atividade do sistema imune (GEORGIEVA et al., 2006; FRANKIC et al., 2008).

Existem ainda inúmeros trabalhos que recomendam níveis acima da exigência da vitamina E, visando melhorar o bem-estar das aves, desempenho e qualidade final dos parâmetros produtivos (Quadro 1).

Quadro 1 - Trabalhos realizados com a vitamina E para frangos de corte

<b>Autores</b>	<b>Níveis Vitamina E</b>	<b>Objetivo - Desafios</b>	<b>Efeitos observados</b>
Lagana et al. (2005)	60 mg/kg (Inicial) 30 mg/kg (Cresc.)	Avaliar o efeito da vitamina E associada a vitamina C, zinco e selênio para reduzir o estresse cíclico por calor em frangos de corte até 35 dias de idade.	Não influenciou os parâmetros bioquímicos séricos e hematológicos. Mas houve redução nos pesos dos órgãos linfoides, concentração de hemoglobina, e aumento na contagem dos heterofilos.
Ribeiro et al. (2008)	100 mg/kg	Analisar a influência de dietas associando vit. E e C, zinco e selênio e seus efeitos sobre o estresse por calor.	Não teve implicações no desempenho, mas houve aumento na produção de anticorpos e tamanho da Bursa, possível resposta ao desafio.
Silva et al. (2009)	30, 65 e 100 mg/kg	Avaliar o efeito da suplementação de vit. E em aves vacinadas contra a coccidiose.	A suplementação de 65mg/kg melhorou a resposta imune, o combate aos antígenos, com os pesos e diâmetros da Bursa reduzidos na fase inicial.
Souza et al. (2011)	150 mg/kg	Avaliar a influência da suplementação da vit. E e C para frangos de corte em altas temperaturas.	Melhorou o desempenho, o peso do baço, os parâmetros hematológicos e bioquímicos séricos e o rendimento do peito.
Hashizawa et al. (2013)	200 mg/kg	Analisar a influência do estresse crônico no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte.	O desempenho e a qualidade da carne de frangos não tiveram influência pelos níveis de vitamina E.
Vaz et al. (2014)	75, 125, 225 e 300 mg/kg	Estimar a melhor concentração de vit. E em frangos em ambiente de estresse por calor.	O maior nível de vitamina E melhorou o desempenho e o rendimento dos cortes nobres de frangos de corte no período de 1 a 42 dias
Dalolio et al. (2015)	250 mg/kg	Avaliar a inclusão de vit. E para frangos em estresse por calor em regiões com desafio sanitário.	Melhorou o desempenho e o valor nutricional da carne.
Lopes et al. (2015)	300 e 600 mg/kg	Analisar a utilização do zinco e vit. E, isolados e associados para frangos de corte mantidos em cama reutilizada.	Influenciou o peso e o comprimento do intestino, diminuiu o baço, não melhorou o CR, GP, CA e EP.
Zeferino et al. (2016)	42 e 109 mg/kg	Avaliar os parâmetros produtivos da vit. E e C na dieta de frangos de corte em estresse por calor.	Não houve influência para o desempenho, justificado pela diminuição do consumo de ração.



A exigência de vitamina E na dieta dependerá da composição química do alimento utilizado, das variações ambientais, da idade, do sexo das aves e o tipo de desafio no qual elas foram submetidas. Ressalta-se que é crucial considerar além desses, os fatores que podem interferir na sua atuação, como os nutrientes funcionais que podem otimizar sua ação (selênio, zinco, vitamina C, vitamina A) para melhorar a eficiência imunológica e o desempenho produtivo das aves.

Diante disto, objetivou-se avaliar a influência da vitamina E nos parâmetros produtivos de frangos de corte, evidenciando sua ação no metabolismo, imunologia e na qualidade do produto final.

## 2 REFERÊNCIAS

ABPA: Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual 2018**. 176 p., 2018.

ALMEIDA, A.P.S.; PINTO, M.F.; POLONI, L.B.; PONSANO, E.H.G.; GARCIA NETO, M. Efeito do consumo de óleo de linhaça e de vitamina E no desempenho e nas características de carcaças de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.3, p.698-705, mar. 2009.

BERTECHINI, Antônio Gilberto. **Nutrição de monogástricos**. Ed.UFLA, 2006, 301p.

BOA-AMPONSEM, K.; PRICE, S.E.; PICARD, M.; GERAERT, P.A.; SIEGEL, P.B. Vitamin E and immune responses of broiler pureline chickens. **Poultry Science**, v.79, n.4, p.466-70, 2000.

CHAN, K.M; DECKER, E.A. Endogenous skeletal muscle antioxidants. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.34, p.403-426, 1994.

DALOLIO, F.S.; ALBINO, L.F.T.; LIMA, H.J.D'ávila; SILVA, J.N.; MOREIRA, J. Heat stress and vitamin E in diets for broilers as a mitigating measure. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.37, n.4, p.419-427, 2015.

DEL CARO, A.; VACCA, V.; POIANA, M.; FENU, P.; PIGA, A. Influence of technology, storage and exposure on components of extra virgin olive oil (Bosana cv) from whole and de-stoned fruits. **Food Chemistry**, v.98, p.311-316. 2006.

EVANS, H.M.; BISHOP, K.S. On the existence of ahitherto unrecognized dietary factor essential for reproduction. **Science**, v. 56, n.1458, p.650-651, 1922.

FANCHIOTTI, Flavia Escapini; MORAES, George Henrique Kling; BARBOSA, Aanderson Almeida; ALBINO, Luiz Fernando Teixeira; CECOM, Paulo Roberto; MOURA, Adolpho Marlon Antonioli. Avaliação de óleos, carvão vegetal e vitamina E no desempenho e nas concentrações lipídicas do sangue e dos ovos de poedeiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2676-2682, dez. 2010.

FELIX, A.P.; MAIORKAI, A.; SORBARA, J.O.B. Níveis vitamínicos para frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.2, p.619-626, 2009.

FRANKIC, T.; SALOBIR, J.; REZAR, V. The effect of vitamin E supplementation on reduction of lymphocyte DNA damage induced by T-2 toxin and deoxynivalenol in weaned pigs. **Animal Feed Science Technology**, v.141, p.274-286, 2008.

GEORGIEVA, N.V.; KOINARSKI, V.; GADJEVA, V. Antioxidant status during the course of Eimeriatenella infection in broiler chickens. **The Veterinary Journal**, v.172, p.488- 492, 2006.

GUINAZI, M.; MILAGRES, R.C.R.M.; PINHEIRO SANT'ANA, H.M.; CHAVES, J.B.P. Tocoferóis e tocotrienóis em óleos vegetais e ovos. **Química Nova**, v.32, N.8, p.2098-2103, out. 2009.

HALICI, M.; IMIK, H; KOC, M; GUMUS, R. Effects of  $\alpha$ -lipoic acid, vitamins E and C upon the heat stress in japanese quails. **J. of Anim. Physiol. and Anim. Nutr.**, v.96, n.3, p. 408-415, 2012.

HASHIZAWA, Y.; KUBOTA, M.; KADOWAKI, M.; FUJIMURA, S. Effect of dietary vitamin E on broiler meat qualities, color, water-holding capacity and shear force value, under heat stress conditions. **Animal Science Journal**, v.84, n.11, p.732-736, 2013.

HUANG, J.Q.; LI, D.L.; ZHAO, H.; SUN, L.H.; XIA, X.J.; WANG, K.N.; LUO, X. LEI, X.G. The selenium deficiency disease exudative diathesis in chicks is associated with downregulation of seven common selenoprotein genes in liver and muscle. **Journal of Nutrition**. v.141, n.9, p.1605-1610, 2011.

LAGANÁ, C.; RIBEIRO, A.M.L.; GONZALEZ, F.H.D.; LACERDA, L.A.; TERRA, S.R.; BARBOSA, P.R. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos nos parâmetros bioquímicos e hematológicos de frangos de corte em estresse por calor. **Boletim de Indústria Animal**, v.62, n.2, p.157-165, jun. 2005.

LEONHARDT, M.; GEBERT, S.; WENK, C. Vitamin E content of different animal products: influence of animal nutrition. **European Journal of Nutrition**, v. 36, n. 1, p. 23-27, 1997.

LEVY, M.N.; STANTON, B.A.; KOEPPEN, B.M. In: FIGUEIREDO, Adriana Socorro Lima (Trad.). **Berne e Levy, principles of physiology**. Rio de Janeiro, Ed. Elsevier. 4 ed. 2006. 815 p.

LOPES, J.C.O.; FIGUEREDO, A.V.; LOPES, J.B.; LIMA, D.C.P.; RIBEIRO, M.N.; LIMA, V.B.S. Zinco e vitamina E em dietas para frangos de corte criados em estresse calórico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.2, p.350-364, 2015.

KHAN, R.U.; RAHMAN, Z.U.; NIKOUSEFAT, Z.; JAVDANI, M.; TUFARELLI, V.; DARIO, C.; SELVAGGI, M.; LAUDADIO, V. Immunomodulating effects of vitamin E in broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.68, march. 2012.

MACDOWELL, L.R. **Vitamins in animal and human nutrition**. 2 ed. Iowa State University Press/Ames, 2000. 812p.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p

MAINI, S.; RASTOGI, S.K.; KORDE, J.P.; MADAN, A.K.; SHUKLA, S.K. Evaluation of oxidative stress and its amelioration through certain antioxidants in broilers during summer. **The Journal of Poultry Science**, v.44, p.339–347. 2007.

NAIN, S.; WOJNAROWICZ, C.; LAARVELD, B.; OLKOWSKI, A.A. Effects of dietary vitamin E and C supplementation on heart failure in fast growing commercial broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 49, n.6, p. 697-704, 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of poultry. 9.ed. Washington, DC., 155p., 1994.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.D.; ABREU, M.L.T.; FERREIRA, R.A.; VAZ, R.G.M.V.; CELLA, P.S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.797-803, 2006.

POMPEU, M. A.; BAIÃO N.C.; LARA, L.J.C.; ROCHA, J.S.R.; CARDEAL, P.C.; BAIÃO, R.C.; PEREIRA, L.F.P.; TEIXEIRA, M.P.F.; BARBOSA, V.M.; CUNHA, C.E. Desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de suplementação de vitamina E. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.2, p.506-510, jul. 2015.

QUINTEIRO-FILHO, W.; RIBEIRO, A.; FERRAZ-DE-PAULA, V.; PINHEIRO, M.; SAKAI, M.; SÁ, L.; PALERMO-NETO, J. Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. **Poultry Science**, v.89, n.9, 1905-1914. 2010.

RIBEIRO, A.M.L.; VOGT, L.K.; CANAL, C.W.; LAGANÁ, C.; STRECK, A.F. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos e sua ação sobre a imunocompetência de frangos de corte submetidos a estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p.636-644,2008.

ROLL, V.; LOPES, L.; ROSSI, P.; ANCIUTI, M.; RUTZ, F.; XAVIER, E.; SILVA, S. Hematologia de frangos alimentados com dietas contendo aflatoxinas e adsorvente de toxinas. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.225, p.93-101. 2010.

<sup>a</sup>ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Composição de alimentos e exigências nutricionais (Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos)**. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, UFV, 3<sup>a</sup> Ed., 2011. 252 p.

<sup>b</sup>ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I.; DONZELE, J.L.; SAKOMURA, N.K.; PERAZZO, F.G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M.L.; RODRIGUES, P.B.; OLIVEIRA, R.F.; BARRETO, S.L.T.; BRITO, C.O. **Composição de alimentos e exigências nutricionais (Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos)**. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, UFV, 4<sup>o</sup> Ed., 2017. 488 p.

RUDKIN, C.; STEWART, G.D. Behaviour of hens in cages – A pilot study using video tapes. **A report for the rural industries research and development corporation**, v.40, n.477, p.102, 2003.

SILVA, I.C.M.; LEAL RIBEIRO, A.M.; WAGECK CANAL, C.; PINHEIRO, C.C.; MORAES VIEIRA, M.; GONÇALVES, T.A.; ALVES PEREIRA, R.; LACERDA, L. Broiler chicken responses to immunological stimuli as mediated by different levels of vitamin E in the diet. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.18, p.752–760, 2009.

SOUZA, M.G.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; MAIA, A.P.A.; BALBINO, E.M.; OLIVEIRA, W.P. Utilização das vitaminas C e E em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2192-2198, nov. 2011.

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

URSO, U.R.A.; DAHLKE, F.; MAIORKA, A.; BUENO, I.J.M.; SCHNEIDER, A.F.; SUREK, D.; ROCHA, C. Vitamin E and selenium in broiler breeder diets: Effect on live performance, hatching process, and chick quality. **Poultry Science**, v.94, n.5, may. 2015.

VAZ, R. G. M. V; OLIVEIRA, R. F.; DONZELE, J. L.; ALBINO, L. F. T.; SIRQUEIRA, J. C.; OLIVEIRA, W. P.; SOUSA, J. P. L.; SILVA, M. C.; FONSECA, F. L. R. Níveis de vitamina em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura no período de 1 a 42 dias de idade. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 5, p. 1522-1528, 2014.

WASHINGTON, F.D. **Vitamins and hormones. Academic.** cap.18. p.43-87. 1960.

ZEFERINE, C. P.; KOMIYAMA, C. M.; PELÍCIA, V. C.; FASCINA, V. B.; AOYAGI, M. M.; COUTINHO, L. L.; SARTORI, J. R.; MOURA, A. S. A. M. T. Carcass and meat quality traits of chickens fed diets concurrently supplemented with vitamins C and E under constant heat stress. **Animal**, v. 10, n. 1, p. 163–171, set. 2016.

## Capítulo 2. Níveis de vitamina E em dietas de frangos de corte dos 8 aos 35 dias de idade

### RESUMO

Objetivou-se avaliar diferentes níveis de vitamina E em dietas para frangos de corte dos 8 aos 35 dias de idade. Foram utilizados 288 pintos de corte, machos, da linhagem Cobb, criados até o oitavo dia de vida, de acordo com a recomendação da linhagem e alimentados com apenas 50% das exigências de vitamina E. Aos oito dias de idade, as aves foram homogeneizadas e os tratamentos distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (50%, 100%, 150% e 200% da exigência de vitamina E) e seis repetições com doze aves por unidade experimental. Foram avaliados o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar, o peso corporal, as vísceras comestíveis (coração, fígado e moela), peso e comprimento do intestino delgado, o rendimento de carcaça, os cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa), gordura abdominal e a qualidade física da carne (pH, luminosidade, teor de amarelo, teor de vermelho e força de cisalhamento). Os níveis de vitamina E não influenciaram o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar, o peso das vísceras comestíveis, o rendimento dos cortes nobres e a deposição de gordura abdominal. Houve efeito linear crescente para o teor de amarelo ( $b^*$ ) e efeito decrescente para o perfil de oxidação, influenciando positivamente o teor de malonaldeído (TBARS). Não foram observadas diferenças para os valores de luminosidade ( $L^*$ ), teor de vermelho ( $a^*$ ), pH, temperatura, perda de peso por cocção e força de cisalhamento. Conclui-se que o menor nível de vitamina E de 50%, correspondente a 22,90 mg/kg e 18,05 mg/kg para o período 8 a 21 e de 22 a 35 dias, respectivamente, atendeu as exigências nutricionais das aves.

**Palavras-chave:** antioxidante,  $\alpha$ -tocoferol, desempenho.

## Chapter 2. Vitamin E levels in broiler diets from 8 to 35 days old

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate different levels of vitamin E in diets for broilers from 8 to 35 days of age. A total of 288 male Cobb broiler chicks were bred up to the eighth day of life, according to the strain recommendation and fed only 50% of the vitamin E requirements. At eight days of age, the birds were homogenized, and the treatments distributed in a completely randomized design with four treatments (50%, 100%, 150% and 200% of the requirement of vitamin E) and six replications with twelve birds per experimental unit. Feed intake, weight gain, feed conversion, body weight, edible viscera (heart, liver and gizzard), small intestine weight and length, carcass yield, noble cuts (chest, thigh) were evaluated, and thigh, abdominal fat and physical quality of meat (pH, luminosity, yellow content, red content and shear force). Vitamin E levels did not influence weight gain, feed intake, feed conversion, edible viscera weight, noble cuts yield and abdominal fat deposition. There was increasing linear effect for the yellow content ( $b^*$ ) and decreasing effect for the oxidation profile, positively influencing the malonaldehyde content (TBARS). No differences were observed for brightness ( $L^*$ ), red content ( $a^*$ ), pH, temperature, cooking weight loss and shear force values. It was concluded that the lowest vitamin E level of 50%, corresponding to 22.90 mg/kg and 18.05 mg/kg for the period 8 to 21 and 22 to 35 days, respectively, met the nutritional requirements of the birds.

**Keywords:** antioxidant,  $\alpha$ -tocopherol, performance.



## 1 INTRODUÇÃO

A nutrição adequada de frangos de corte é um fator determinante para a produção eficiente, o que auxilia no seu bem-estar e influencia parâmetros importantes de desempenho e de qualidade de carne. Aves submetidas à agentes estressores, podem ter sua função imune reduzida, podendo ocorrer mudanças fisiológicas, como redução no consumo alimentar, devido um bloqueio no centro do apetite no hipotálamo, o que aumenta a sua sensibilidade às doenças (NAIN et al., 2008; HASHIZAWA, et al., 2013).

A vitamina E foi o primeiro antioxidante natural identificado, pode ser encontrado em várias formas na fração lipídica de vegetais como tocoferol. Essa fonte de vitamina é importante para a indústria e vem sendo estudada para a alimentação animal, por minimizar a peroxidação e a produção de radicais livres (HALICI et al., 2011; LOPES et al., 2015).

A vitamina E presente na dieta auxilia em vários processos metabólicos, o que otimiza a atuação de várias substâncias importantes para o bom funcionamento do organismo. Tem ação antioxidante dos ácidos graxos não saturados, atua no metabolismo celular, auxilia na respiração celular, no metabolismo do ácido nucléico e por consequência, na qualidade da carne (HALICI et al., 2011; VAZ et al., 2014; POMPEU et al., 2015).

Esses fatores tornaram a vitamina E, um nutriente funcional importante como antioxidante, agindo em sinergismo com outros antioxidantes como vitamina C,  $\beta$ -caroteno, selênio e flavonoides, nutrientes frequentemente associados à prevenção de distúrbios metabólicos, doenças neurodegenerativas e imunológicas, na manutenção da qualidade de vida das aves (GUINAZI et al., 2009; KHAN et al., 2012).

As aves não sintetizam a vitamina E em quantidades suficientes para seu metabolismo, sendo necessário à sua inclusão na dieta, mesmo que esteja presente em vários ingredientes já utilizados na sua alimentação. Tem um bom custo benefício, mesmo sendo um ingrediente oneroso, pois o requerimento de vitamina E para suprir as exigências das aves é pequeno (SOUZA et al., 2011; LOPES et al., 2015; ZEFERINO et al., 2016).

A avaliação de desempenho (consumo de ração, ganho de peso), rendimento da carcaça e qualidade da carne, são indicadores produtivos importantes e podem ser influenciados pelo manejo alimentar, o que pode alterar a fisiologia e o desempenho

dos frangos de corte, principalmente nas fases iniciais (VAZ et al., 2014; POMPEU et al., 2015).

É importante a realização de estudos que avaliem o efeito da adição de diferentes níveis de vitamina E na dieta sobre o desempenho de frangos de corte, estimando os benefícios sobre suas variáveis produtivas. Diante disso, objetivou-se avaliar níveis crescentes de vitamina E em dietas para frangos de corte, dos 8 aos 35 dias de idade.

## 1.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins/UFT (7°10'13.16"N 48°20'08.20"L), Campus de Araguaína/TO no período de 02 a 30 de novembro de 2017. Foi executado de acordo com a Comissão de Ética no Uso de Animas (CEUA/UFT), sob número do processo 23.101.004458.2017-51.

Foram utilizados 288 pintos de corte, machos, da linhagem comercial Cobb 500®, de um dia de idade, que foram criadas até o sétimo dia de acordo com a recomendação da linhagem e alimentadas com dietas contendo apenas 50% das exigências (2,54 g/100kg) de vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol).

Aos oito dias de idade, com peso médio de 169,5g  $\pm$  16,28, as aves foram homogeneizadas e depois distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (50, 100, 150 e 200% das exigências de vitamina E) (Tabela 1) e seis repetições, com 12 aves por unidade experimental.

Tabela 1 - Níveis de vitamina E nas dietas experimentais para frangos de corte

	TRATAMENTOS g/100 kg de Ração			
	50%	100%*	150%	200%
8 – 21 dias	2,29	4,58	6,87	9,16
22 – 35 dias	1,80	3,61	5,41	7,22

\*Exigências recomendadas por Rostagno et al. (2017).

As dietas foram calculadas considerando as exigências nutricionais para frangos de desempenho médio regular, de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2017), nas fases de 1 a 7, de 8 a 21 e de 22 a 42 dias de idade (Tabela 2).

Tabela 2 - Composição das rações basais de acordo com as fases de criação

Ingredientes (%)	1-7	8-21	22-35
Milho	56,09	58,11	62,69
Farelo de Soja (45%)	37,18	34,43	30,56
Fosfato bicálcico	2,11	1,67	1,16
Óleo de soja	1,82	3,10	3,46
Calcário	1,11	0,98	0,84
Sal comum	0,51	0,50	0,45
DL-Metionina (99%)	0,37	0,38	0,25
L-Lisina HCl (78%)	0,31	0,34	0,20
L-Treonina (98%)	0,14	0,14	0,06
Suplemento mineral <sup>1</sup>	0,10	0,10	0,10
Suplemento vitamínico <sup>2</sup>	0,10	0,10	0,10
Salinomicina (12%)	0,05	0,05	0,05
BHT – Antioxidante	0,01	0,01	0,01
Cloreto de Colina (60%)	0,09	0,08	0,06
Total	100,00	100,00	100,00

Composição nutricional calculada

EM (kcal/kg)	2975	3050	3175
Proteína bruta (%)	22,20	20,80	19,57
Cálcio (%)	0,97	0,88	0,70
Fósforo Disponível (%)	0,46	0,42	0,33
Lisina Digestível (%)	1,31	1,26	1,07
Metionina + cistina Digestível (%)	0,97	0,93	0,79
Metionina Digestível (%)	0,65	0,65	0,50
Treonina Digestível (%)	0,86	0,83	0,70
Sódio (%)	0,22	0,22	0,20

Recomendação e composição de suplemento vitamínico por kg de ração formulado com o nível de 100% de acordo com Rostagno et al. (2017).

<sup>1</sup>Suplemento mineral (kg) por tonelada de ração: Frangos de Corte: Pré-Inicial -1,25; Inicial - 1,10; Crescimento I (22 – 35 dias), 1,00. Composição de suplementação na fase de crescimento mg/kg de ração: Cobre - 10; Ferro - 50; Iodo - 0,8; Manganês - 65; Selênio - 0,30; Zinco - 60;

<sup>2</sup>Suplemento vitamínico (kg) por tonelada de ração isento de vitamina E: Frangos de Corte: Pré-Inicial, 1,25; Inicial, 1,10; Crescimento I (22 – 35 dias), 1,00. Vit. A -8.000,00 UI; Vit. D - 1.600,00 UI; Vit. K - 1.400 mg; Vit.B1 - 1.200 mg; Vit.B2 - 4.000 mg; Ácido Nicotínico - 28.00 mg; Ácido Pantotênico (9.600 mg); B6 (1.900 mg); B12 (10 mg); Ácido Fólico (560 mg); Biotina (56 mg).

As aves foram alojadas em galpão experimental de alvenaria, telhado tipo sanduiche, provido com 24 boxes de 2 m<sup>2</sup>, com comedouros tubulares e bebedouros tipo *nipple*, com livre acesso às rações e à água em todo o período experimental. Foi

utilizada casca de arroz para o revestimento da cama com manejo diário, com revolvimento e reposição do material diário quando necessário. Durante todo o período experimental foi feito o manejo de cortinas e o programa de iluminação foi contínuo com 24 horas de luz (natural + artificial).

Até o 14<sup>o</sup> dia de vida, o ambiente das aves foi aquecido, utilizando-se lâmpadas incandescentes (60 W), instaladas no interior de todos os boxes. As condições ambientais no interior da instalação durante o período experimental, foram monitoradas e registradas diariamente utilizando-se termômetro de máxima/mínima; colocados à meia altura dos boxes, possibilitando os cálculos das temperaturas média, máxima e mínima, e os dados ambientais para o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU).

As variáveis avaliadas foram o consumo de ração (CR), o ganho de peso (GP), a conversão alimentar (CA), o rendimento de carcaça (RC), os rendimentos de cortes nobres (coxa, sobrecoxa e peito), o peso das vísceras comestíveis (coração, fígado, moela), o peso e/ou comprimento do intestino delgado, a gordura abdominal e qualidade de carne (pH, força de cisalhamento, perda de peso por cocção e oxidação lipídica).

As aves foram pesadas no início e no final do período experimental para determinação do GP. O CR foi calculado considerando a quantidade de ração fornecida e as sobras nos comedouros. A CA obtida pela razão entre o consumo de ração ingerido e o ganho de peso das aves, durante o período experimental.

Aos 35 dias de idade, duas aves de cada parcela, totalizando 48 aves, com peso corporal próximo ao da média da parcela ( $\pm 5\%$ ), foram submetidas a jejum alimentar de 8 horas e abatidas por deslocamento cervical. Em seguida, submetidas aos procedimentos de sangria, escalda, depena e evisceração, para avaliação dos pesos relativos das carcaças inteiras (com pés, pescoço e cabeça) e dos cortes nobres (coxa, sobrecoxa e peito).

As vísceras comestíveis, a gordura abdominal e o intestino delgado foram coletados durante a evisceração, limpos, secos em papel toalha e pesados separadamente em balança de precisão. Da moela, foi removida toda a gordura aderida, seu conteúdo e a membrana coilínea. Além do peso, foi medido o comprimento do intestino delgado do início do duodeno até a junção ileocecal, para avaliação dos pesos relativos das carcaças, dos cortes nobres (coxa, sobrecoxa e peito), da gordura abdominal e das vísceras comestíveis. Para o cálculo de

rendimento de carcaça e cortes nobres, foi considerado o peso da carcaça eviscerada (com pés, cabeça e pescoço), em relação ao peso vivo.

Na carne crua do peito (sem osso, pele, ligamentos e gordura) foram avaliados o valor de pH, temperatura e a coloração da carne pelo sistema CIELAB ( $L^*$ = Luminosidade,  $a^*$ = teor de vermelho e  $b^*$ = teor de amarelo) com colorímetro (Chroma meter<sup>®</sup>), sendo realizada as leituras em três pontos distintos da musculatura.

Para a mensuração de perda de líquido por cocção (PLC), segundo metodologia adaptada de Froning e Uijttenboogaart (1988). Foi utilizado o lado direito da carne de peito, a qual foi identificada e colocada sobre a grade de um refrigerador doméstico por 24 horas, à 4 °C, para descongelamento a frio. Após esse período, a amostra foi retirada da geladeira, seca com papel toalha e pesada. Cada amostra permaneceu por 30 minutos à temperatura ambiente sendo, em seguida, assadas sem adição de qualquer condimento em forma com grelha, em forno previamente aquecido por 20 minutos a 150 °C.

O monitoramento da temperatura interna dos bifés foi realizado com termômetros tipo K, cuja sonda foi inserida no centro geométrico de cada um dos bifés. Após atingir a temperatura interna de 40° C, os cortes de peito foram virados na grelha de cozimento, e permaneceram até atingir a temperatura interna desejada (70 °C). As amostras foram então retiradas do forno e mantidas à temperatura ambiente até o resfriamento para pesagem, segundo metodologia adaptada de Froning e Uijttenboogaart (1988).

Para a determinação da força de cisalhamento (FC), foram utilizadas as mesmas amostras usadas para a determinação da perda de peso por cozimento. Três amostras por filé foram retiradas, na forma de paralelepípedos com 2×2×1,13 cm, as quais foram colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular às lâminas do aparelho Texturomêtro (Warner-Bratzler).

Para análise de oxidação lipídica, que seguiu a metodologia segundo Rosmini et al. (1996) pela determinação do teor de malonaldeído (MDA). As amostras de peito (lado esquerdo) provenientes dos diferentes tratamentos, foram armazenadas em refrigerador a 4°C, em seguida foram descongeladas, moídas em processador e retirado o tecido conjuntivo com o auxílio de uma lâmina. Uma alíquota de 10 gramas foi retirada e adicionada à 20 mL de TCA (ácido tricloroacético), homogeneizada, centrifugada a 4000 rpm/30 minutos a 4 °C em centrífuga refrigerada, filtrada, descartando-se o precipitado. Em seguida adicionou 2 mL da solução obtida filtrada

mais 2 mL de TBA (ácido tiobarbitúrico) em um tubo e colocados em banho-maria por 20 minutos, sendo a solução lida em espectrofotômetro a 532 nm.

Para a obtenção da curva padrão, foi utilizado o TEP (1, 1', 3, 3"-Tetratoxipropano) em diferentes alíquotas (10 a 100 $\mu$ L) adicionado a solução de 5 mL de TBA com 5 mL de água destilada, colocado em banho-maria à 100°C por 35 minutos e lido em espectrofotômetro à 532 nm, conforme metodologia utilizada por Bafa (2014).

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos aos testes de Normalidade (*Cramer Von Mises*) e Homocedasticidade (*Levene*). Satisfeitas essas pressuposições, as variáveis foram submetidas a análises de regressão utilizando-se modelos polinomiais de primeira ou segunda ordem, considerando o nível de vitamina E nas dietas como variável independente.

Para verificar o ajuste das equações foi considerada a significância do teste "F" para os modelos, a significância do teste "t" para os parâmetros ( $\beta_0$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$ ) dos modelos e o coeficiente de determinação ( $R = SQ \text{ modelo}/SQ \text{ tratamento}$ ), considerando o nível de significância igual ou inferior a 5%. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SISVAR.

### 1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas média, máxima e mínima no período experimental foram de  $28,5 \pm 1,12$ ;  $33 \pm 1,76$  e  $23,5 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1,02$ , respectivamente. Essas temperaturas estiveram dentro da zona de conforto descritas como ideais para frangos de corte (OLIVEIRA et al., 2006; ABREU; ABREU, 2011). O Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) durante o experimento foi de 72, esse valor está dentro do limite descrito como tolerável, que compreende entre 65 a 77 (TINÔCO, 1988; NAZARENO et al., 2009). Os dados ambientais como temperatura e o ITGU, possibilitam a adoção de ajustes durante o ciclo produtivo das aves, de forma a garantir maior conforto e bem-estar (AMARAL et al., 2011).

Observou-se que os diferentes níveis crescentes de vitamina E nas dietas não influenciaram ( $p > 0,05$ ) o consumo de ração (CR), o ganho de peso (GP), a conversão alimentar (CA) e o peso corporal aos 35 dias de idade (P35d) (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios de consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), e peso corporal aos 35 dias (P35d) de frangos de corte dos 8 aos 35 dias de idade de acordo com o nível de Vitamina E

Variáveis	Níveis de Vitamina E (%)				Média	P			CV <sup>1</sup> (%)
	50	100	150	200		EL	EQ	DL	
CR <sup>2</sup> (g)	3579,3	3514,6	3576,0	3548,6	3554,6	0,756	0,402	0,039	1,50
GP <sup>2</sup> (g)	2302,6	2327,6	2294,3	2327,0	2312,9	0,703	0,867	0,243	2,44
CA <sup>2</sup> (g/g)	1,556	1,509	1,560	1,524	1,54	0,429	0,632	0,004	1,91
P35d <sup>2</sup> (g)	2479,7	2485,0	2451,4	2485,0	2470,3	0,686	0,858	0,235	2,28

<sup>1</sup>Coeficiente de variação (%).

<sup>2</sup>Y = NS.

EL = efeito linear; EQ = efeito quadrático; DL = desvio da linearidade; P = probabilidade a 5% do erro tipo I pelo teste F a 5% de probabilidade.

O consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar e o peso final não diferiram entre os tratamentos com níveis crescentes de vitamina E, o que confirma a hipótese de que é necessário que as aves estejam em desafio para que esses parâmetros sejam influenciados, como fatores ambientais, sanitários ou de manejo (HASHIZAWA et al., 2013; LOPES et al., 2015).

Zeferino et al. (2016) também não evidenciaram a ação da vitamina E nos parâmetros de desempenho (ganho médio diário, consumo de ração e conversão alimentar), mesmo associando outros nutrientes sinérgicos para otimizar seu efeito como a vitamina C, que potencializa o seu efeito antioxidante. A vitamina E como antioxidante, pode auxiliar a resposta das aves em situações de desafio, durante todo o ciclo produtivo (FERNANDES et al., 2013; BARBOSA FILHO et al., 2017).

Outros estudos encontraram efeito da vitamina E sobre os parâmetros de desempenho de frangos de corte, quando foi utilizado níveis acima dos utilizados (SOUSA et al., 2011; VAZ et al., 2014; DALOLIO et al., 2015; POMPEU et al., 2015).

Em estudos com níveis acima dos estudados (125 mg/kg) associando vitamina E ao selênio, sob estresse por calor, foi observado que a conversão alimentar melhorou, mas o peso corporal e o consumo de ração de frangos de corte não foram influenciados (HABIBIAN et al., 2013).

Nas condições experimentais, os níveis de 50% atenderam as exigências das aves. Logo, como a vitamina E auxilia na manutenção do equilíbrio metabólico, sua função está condicionada a sua disponibilidade, que pode ser diminuída por fatores

estressores, ou pela ausência de nutrientes sinérgicos importantes, mais as aves permaneceram em conforto, o que foi um fator determinante para a resposta obtida (AMARAL et al., 2011; KHAN et al., 2012; VAZ et al., 2014).

Os níveis de vitamina E nas dietas não afetaram ( $p>0,05$ ) o rendimento de carcaça (RC), o rendimento de coxa (RCX), o rendimento de sobrecoxa (RSCX), o rendimento de peito (RP) e a gordura abdominal (GA) de frangos de corte abatidos aos 35 dias de idade (Tabela 4).

Tabela 4 - Médias dos rendimentos de carcaça (RC), coxa (RCX), sobrecoxa (RSCX), peito (RP) e gordura abdominal (GA) de frangos de corte abatidos aos 35 dias de idade, de acordo com o nível de Vitamina E

Variáveis	Níveis de Vitamina E (%)				Média	P			CV <sup>1</sup> (%)
	50	100	150	200		EL	EQ	DL	
RC <sup>2</sup> (%)	85,03	85,93	85,61	85,49	85,53	0,671	0,367	0,570	1,57
RCX <sup>2</sup> (%)	10,15	9,74	10,02	9,89	9,95	0,427	0,331	0,090	3,42
RSCX <sup>2</sup> (%)	12,51	12,42	12,16	12,30	12,35	0,440	0,668	0,589	5,01
RP <sup>2</sup> (%)	29,94	31,33	30,43	30,73	30,60	0,454	0,212	0,085	3,38
GA <sup>2</sup> (%)	1,69	1,70	1,74	1,76	1,71	0,574	0,993	0,940	13,29

<sup>1</sup>Coeficiente de variação (%).

<sup>2</sup>Y = NS.

EL = efeito linear; EQ = efeito quadrático; DL = desvio da linearidade; P = probabilidade a 5% do erro tipo I pelo teste F a 5% de probabilidade.

Nobakht et al. (2012) corroborando com esses dados, não observaram diferenças no rendimento de carcaça e de cortes nobres de frangos de corte abatidos aos 42 dias de idade, mesmo utilizando níveis de vitamina E superiores (0 e 150 mg/kg). Os autores justificaram que o resultado era esperado, visto que não houve diferença no ganho de peso das aves, o que pode explicar os resultados encontrados no presente trabalho, pois o ganho de peso também não foi influenciado pelos crescentes níveis de vitamina E.

Um fator a ser considerado é a inexistência de desafios, sendo assim as aves se mantiveram dentro da sua homeostase fisiológica, corroborando com os dados de desempenho. Zeferino et al. (2016) avaliando frangos de corte em condição de estresse por calor, com dietas com vitamina E (93 a 109 mg/kg) e vitamina C (257 a 288 mg/kg) como antioxidantes, observaram que as vitaminas não conseguiram



neutralizar os efeitos negativos do estresse por calor nos parâmetros de desempenho, qualidade da carne e rendimento de carcaça.

Os níveis de vitamina E nas dietas, não afetaram ( $p>0,05$ ) os pesos relativos do coração (COR), da moela (MO), do fígado (FG), do baço (BA), da bursa de Fabricius (BUR), do intestino delgado (ID) e comprimento do intestino (CID) de frangos de corte abatidos aos 35 dias de idade (Tabela 5).

Tabela 5 - Peso relativo do coração (COR), moela (MO), fígado (FG), intestino delgado (ID) e comprimento do intestino delgado (CID), baço (BA) e bursa de Fabricius (BUR) de frangos de corte abatidos aos 35 dias de idade, de acordo com o nível de Vitamina E

Variáveis	Níveis de Vitamina E (%)				Média	P			CV <sup>1</sup> (%)
	50	100	150	200		EL	EQ	DL	
COR <sup>2</sup> (%)	0,38	0,36	0,38	0,40	0,37	0,236	0,242	0,758	8,41
MO <sup>2</sup> (%)	1,20	1,15	1,23	1,25	1,20	0,155	0,588	0,209	6,72
FG <sup>2</sup> (%)	1,70	1,71	1,71	1,81	1,74	0,135	0,421	0,475	7,60
BA <sup>2</sup> (%)	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,839	0,651	0,544	15,01
BUR <sup>2</sup> (%)	0,20	0,16	0,19	0,16	0,18	0,123	0,899	0,241	17,61
ID <sup>2</sup> (%)	2,62	2,56	2,71	2,72	2,64	0,400	0,794	0,548	10,47
CID <sup>2</sup> (m)	1,68	1,69	1,71	1,79	1,73	0,152	0,527	0,854	6,26

<sup>1</sup>Coefficiente de variação (%).

<sup>2</sup>Ŷ = NS.

EL = efeito linear; EQ = efeito quadrático; DL = desvio da linearidade; P = probabilidade a 5% do erro tipo I pelo teste F a 5% de probabilidade.

A vitamina E deve ser administrada de forma a suprir as exigências nutricionais das aves, sendo que pode interferir nos pesos relativos dos órgãos, caso haja um fator estressante, ou se for utilizado altas concentrações. Segundo Habibian et al. (2013) a adição de níveis altos de vitamina E (250 mg/kg) na dieta afetou os pesos relativos dos órgãos hepáticos e linfóides, onde o baço, bursa e o timo apresentaram pesos relativos aumentados, resultados diferentes dos encontrados.

Observou-se que os níveis de vitamina E nas dietas, não influenciaram ( $p>0,05$ ) os valores de luminosidade ( $L^*$ ), o teor de vermelho ( $a^*$ ), o pH, a temperatura (TEMP), a perda de peso por cocção (PPCO) e força de cisalhamento (FC). No entanto, houve efeito linear crescente ( $p<0,05$ ) para o teor de amarelo ( $b^*$ ) e decrescente para TBARS, no músculo do peito de frangos abatidos aos 35 dias de

idade (Tabela 6). Esse dado está relacionado a capacidade que o músculo tem de armazenar lipídeos

Tabela 6 - Valores médios de luminosidade (L\*), vermelho (a\*), amarelo (b\*), pH, temperatura (TEMP), força de cisalhamento (FC), perda de peso por cozimento (PPCO) e perfil de oxidação (TBARS) da carne do peito de frangos de corte abatidos aos 35 dias de idade

Variáveis	Níveis de Vitamina E (%)				Média	P			CV <sup>1</sup> (%)
	50	100	150	200		EL	EQ	DL	
L* <sup>2</sup>	59,83	60,11	59,54	60,60	60,21	0,590	0,599	0,457	2,92
a <sup>2</sup>	11,10	11,13	11,04	11,13	11,10	0,999	0,883	0,832	6,79
b*	11,75	12,40	13,47	13,33	12,73	0,025	0,486	0,505	10,29
pH <sup>2</sup>	6,13	6,08	6,21	6,09	6,14	0,951	0,658	0,132	2,15
TEMP <sup>2</sup>	14,64	14,74	15,18	15,72	15,08	0,529	0,860	0,974	20,82
FC <sup>2</sup>	1,24	1,03	0,99	1,10	1,10	0,135	0,026	0,933	15,58
PPC <sup>2</sup>	18,93	18,94	18,94	18,36	18,80	0,713	0,785	0,911	13,49
TBARS*	0,20	0,17	0,17	0,16	0,18	0,033	0,677	0,851	24,04

<sup>1</sup>Coeficiente de variação (%).

<sup>2</sup>Ŷ = NS.

EL = efeito linear; EQ = efeito quadrático; DL = desvio da linearidade; P = probabilidade a 5% do erro tipo I pelo teste F a 5% de probabilidade.

Equações: b\* = 11,287 + 0,0116 NVE (P=0,025; r<sup>2</sup> = 0,86); TBARS = 0,226 - 0,000364 NVE (P=0,033; r<sup>2</sup> = 0,96); em que NVE = nível de vitamina E.

O teor de amarelo está relacionado a concentração de lipídeos, e a vitamina E como é um antioxidante, está relacionada aos processos oxidativos e com o metabolismo dos lipídeos. A medida que cresceu a concentração de vitamina E na dieta, o índice da pigmentação lipídica aumentou (teor de amarelo b\*) e a oxidação diminuiu (expressa com os valores de TBARS), o que evidencia o efeito positivo da adição de vitamina E na dieta, pela preservação dos mecanismos metabólicos das aves.

Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Cheng et al. (2016) que avaliaram dietas para frangos de corte alimentados com fontes sintética e natural de vitamina E, e observaram diminuição do conteúdo de malonaldeído (TBARS) na carne do peito, o que está relacionado com a capacidade antioxidante do músculo. A

fonte natural também reduziu o acúmulo de MDA na coxa. A utilização da vitamina E pode aumentar a retenção de  $\alpha$ -tocoferol muscular, pela sua biodisponibilidade, melhorando a qualidade da carne e a capacidade antioxidante muscular de frangos de corte (ZEFERINO et al., 2016).

Hashizawa et al. (2013) avaliaram o efeito da vitamina E na dieta sobre a qualidade da carne de fêmeas da linhagem Ross abatidas aos 38 dias de idade, sob condições de estresse. Os níveis de vitamina E preservaram as características produtivas, pois não alterou o valor do pH, a perda de peso por cocção e o teor de amarelo dos músculos do peito e da coxa. Isso evidencia que a utilização da vitamina E pode prevenir a extensão de carne PSE em frangos de corte submetidos a agentes estressores.

Durante o período experimental, a utilização da vitamina E melhorou o metabolismo lipídico, sendo evidenciada pela baixa concentração de MDA, à medida que aumentou seus níveis na dieta. A concentração da vitamina E pode ter auxiliado na diminuição da concentração dos radicais livres, o que interferiu positivamente na oxidação lipídica (MACDOWELL, 2000; SELVAM et al., 2017).

#### **1.4 CONCLUSÃO**

Conclui-se que o menor nível de vitamina E de 50%, correspondente a 22,90 mg/kg e 18,05 mg/kg para o período 8 a 21 e de 22 a 35 dias, respectivamente, não afetaram as variáveis de desempenho e atendeu as exigências nutricionais das aves.

## 2 REFERÊNCIAS

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1-14, 2011.

ABPA: Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual 2018**.176 p.,2018.

BAFA, D. F. Cromo levedura e ractopamina em dietas para suínos em terminação. **Dissertação**. Universidade Federal de Viçosa, 66 p., 2014.

BARBOSA FILHO, J. A.; SOARES, A. L.; SANTOS, M. C.; VENANCIO, E. J.; ALMEIDA, M.; BUENO, F. R.; SHIMOKOMAKI, M.; OBA, A. Características produtivas, carcaça, cortes e resposta imune humoral de frangos de corte alimentados com diferentes fontes de óleo e vitamina E. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, n. 2, p.497-504. 2017.

CHENG, K.; NIU, Y.; ZHENG, X. C.; ZHANG, H.; CHEN, Y. P.; ZHANG, M.; HUANG, X. X.; ZHANG, L. L.; Y. ZHOU, M.; WANG, T. A. Comparison of Natural (D- $\alpha$ -tocopherol) and Synthetic (DL- $\alpha$ -tocopherol Acetate) Vitamin E Supplementation on the Growth Performance, Meat Quality and Oxidative Status of Broilers. **Asian - Australasian Journal of Animal Sciences**, v.29, p. 681-688. 2016.

FERNANDES, J.I.M.; SAKAMOTO, M.I.; PEITER, D.C.; GOTTARDO, E.T.; TELLINI, C. Relação vitamina E: vitamina C sobre a qualidade da carne. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.1, p.294-300, 2013.

FRONING, G.W.; UIJTENBOOGAART, T.G. Effect of post mortem electrical stimulation on color, texture, pH and cooking loses of hot and cold deboned chicken broiler breast meat. **Poultry Science**. v. 67, n.11, p. 1536-1544, 1988.

GUINAZI, M.; MILAGRES, R. C. R. M.; PINHEIRO SANT'ANA, H. M.; CHAVES, J. B. P. Tocoferóis e tocotrienóis em óleos vegetais e ovos. **Química Nova**, v.32, n.8, p.2098-2103, 2009.

HALICI, M. et al. Effects of  $\alpha$ -lipoic acid, vitamins E and C upon the heat stress in Japanese quails. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 141, p. 1605-1610. 2011.

HABIBIAN, M., GHAZI, S., MOEINI, M. M., ABDOLMOHAMMADI, A. Effects of dietary selenium and vitamin E on immune response and biological blood parameters

of broilers reared under thermoneutral or heat stress conditions. **International Journal of Biometeorology**, v. 58, n. 5, p.741-752. 2013.

HASHIZAWA, Y.; KUBOTA, M.; KADOWAKI, M.; FUJIMURA, S. Effect of dietary vitamin E on broiler meat qualities, color, water-holding capacity and shear force value, under heat stress conditions. **Animal Science Journal**, v.84, p.732–736, 2013.

LEONEL, F.R.; OBA, A.; PELICANO, E.R.L.; ZEOLA, N.M.B.L.; BOIAGO, M.M.; SCATOLINI, A.M.; LIMA, T.M.A; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A. Performance, Carcass Yield, and Qualitative Characteristics of Breast and Leg Muscles of Broilers Fed Diets Supplemented with Vitamin E at Different Ages. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.9, n.2, p.91–97, 2007.

LOPES, J.C.O.; FIGUEREDO, A.V.; LOPES, J.B.; LIMA, D.C.P.; RIBEIRO, M.N.; LIMA, V.B.S. Zinco e vitamina E em dietas para frangos de corte criados em estresse calórico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.2, p.350-364, 2015.

KHAN, R.U.; RAHMAN, Z.U.; NIKOUSEFAT, Z.; JAVDANI, M.; TUFARELLI, V.; DARIO, C.; SELVAGGI, M.; LAUDADIO, V. Immunomodulating effects of vitamin E in broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.68, march. 2012.

MACDOWELL, L.R. **Vitamins in animal and human nutrition**. 2 ed. Iowa State University Press/Ames, 2000. 812p.

NAIN, S.; WOJNAROWICZ, C.; LAARVELD, B.; OLKOWSKI, A.A. Effects of dietary vitamin E and C supplementation on heart failure in fast growing commercial broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 49, n.6, p. 697-704, 2008.

NAZARENO, A.C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G.L.P.; GIONGO, P.R.; PEDROSA, E.M.R.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.6, p.802–808, 2009.

NOBAKHT, A.; ARIYANA, A.; MAZLUM, F. Effect of different levels of canola oil with vitamin E on performance and carcass traits of broilers. **International Research Journal of Applied and Basic Sciences**, v.3, n.5, p.1059-1064. 2012.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.D.; ABREU, M.L.T.; FERREIRA, R.A.; VAZ, R.G.M.V.; CELLA, P.S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o

desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.797-803, 2006.

POMPEU, M. A.; BAIÃO N.C.; LARA, L.J.C.; ROCHA, J.S.R.; CARDEAL, P.C.; BAIÃO, R.C.; PEREIRA, L.F.P.; TEIXEIRA, M.P.F.; BARBOSA, V.M.; CUNHA, C.E. Desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de suplementação de vitamina E. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.2, p.506-510, jul. 2015.

POMPEU, M.A; CAVALCANTI, L.F.L.; TORAL, F.L.B. Effect of vitamin E supplementation on growth performance, meat quality, and immune response of male broiler chickens: A meta-analysis. **Livestock Science**, v.208, p.5–13, 2018.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I.; DONZELE, J.L.; SAKOMURA, N.K.; PERAZZO, F.G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M.L.; RODRIGUES, P.B.; OLIVEIRA, R.F.; BARRETO, S.L.T.; BRITO, C.O. **Composição de alimentos e exigências nutricionais (Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos)**. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, UFV, 4º Ed., 2017. 488 p.

SELVAM, R.; SARAVANAKUMAR, M.; SURESH, S.; SURESHBABU, G.; SASIKUMAR, M.; PRASHANTH, D. Effect of Vitamin E Supplementation and High Stocking Density on the Performance and Stress Parameters of Broilers. **Brazilian Journal of Poultry Science**. v.19, n.4, p.587-594, 2017.

SOUZA, M. G.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; MAIA, A. P. A.; BALBINO, E. M.; OLIVEIRA, W. P. Utilização das vitaminas C e E em rações para frangos de corte mantidos em ambientes de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2192-2198. 2011.

TINÔCO, I.F.F. Resfriamento adiabático (evaporativo) na produção de frangos de corte. 1988. 92p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, MG.

VAZ, R. G. M. V; OLIVEIRA, R. F.; DONZELE, J. L.; ALBINO, L. F. T.; SIRQUEIRA, J. C.; OLIVEIRA, W. P.; SOUSA, J. P. L.; SILVA, M. C.; FONSECA, F. L. R. Níveis de vitamina em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura no período de 1 a 42 dias de idade. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 5, p. 1522-1528, 2014.

ZEFERINO, C. P.; KOMIYAMA, C. M.; PELÍCIA, V. C.; FASCINA, V. B.; AOYAGI, M. M.; COUTINHO, L. L.; SARTORI, J. R.; MOURA, A. S. A. M. T. Carcass and meat quality traits of chickens fed diets concurrently supplemented with vitamins C and E under constant heat stress. **Animal Journal**, v. 10, n. 1, p. 163–171, set. 2016.

### **Capítulo 3. Parâmetros sanguíneos de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de vitamina E**

#### **RESUMO**

Objetivou-se determinar os valores bioquímicos, hematológicos e leucocitários de frangos de corte aos 35 dias de idade, alimentados com dietas com diferentes níveis de vitamina E. Foram utilizados 288 pintos de corte, machos, da linhagem Coob 500<sup>®</sup>, criados até o oitavo dia de vida de acordo com as recomendações da linhagem. No oitavo dia, as aves foram distribuídas nos tratamentos com níveis de vitamina E (50%, 100%, 150% e 200%), com seis repetições e doze aves por unidade experimental. Aos 35 dias foi coletado amostras de sangue de 2 frangos por repetição, totalizando 48 aves. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com teste de Tukey e de Kruskal Wallis. Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) dos tratamentos nos valores de hematócrito, hemoglobina e índices hematimétricos (Volume Corpuscular Médio, Hemoglobina Corpuscular Média e Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média). Na contagem diferencial de leucócitos, houve efeito na concentração de monócitos, com diminuição à medida que aumentou a quantidade de vitamina E nas dietas. Não houve influência na quantidade de linfócitos, heterófilos, basófilos, trombócitos e eosinófilos, e nos perfis bioquímicos séricos, enzimáticos e musculares. Concluiu-se que frangos de corte alimentados com dietas com diferentes níveis de vitamina E, nas condições experimentais, não afetou o perfil bioquímico geral e hematológico, quando foram criados dos 8 aos 35 dias de idade.

**Palavras-chave:** avicultura. bioquímica. hematologia. leucócitos.

### **Chapter 3. Blood parameters of broilers fed diets containing different levels of vitamin E**

#### **ABSTRACT**

The objective was to determine the biochemical, hematological and leukocyte values of broiler chickens at 35 days of age, fed diets with different levels of vitamin E. A total of 288 male Coob 500® broiler chicks were reared up to the eighth day of life according to the lineage recommendations. On the eighth day, the birds were distributed in the treatments with vitamin E levels (50%, 100%, 150% and 200%), with six replications and twelve birds per experimental unit. At 35 days, blood samples were collected from 2 chickens per repetition, totaling 48 birds. A completely randomized design was used, with Tukey and Kruskal Wallis test. There was no effect ( $p > 0.05$ ) of treatments on hematocrit, hemoglobin and hematimetric indices (Mean Corpuscular Volume, Mean Corpuscular Hemoglobin and Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration). In the differential leukocyte count, there was an effect on monocyte concentration, with decrease as the amount of vitamin E in the diets increased. There was no influence on the amount of lymphocytes, heterophiles, basophils, thrombocytes and eosinophils, and on serum, enzymatic and muscle biochemical profiles. It was concluded that broilers fed diets with different levels of vitamin E, under experimental conditions, did not affect the general and hematological biochemical profile when they were raised from 8 to 35 days of age.

**Keywords:** poultry farming. biochemistry. hematology. leukocytes.



## 1 INTRODUÇÃO

O estudo do perfil hematológico e bioquímico nas aves está em ascensão, devido ao desenvolvimento dos métodos de análises. Além do alto incentivo tecnológico investido nesse setor, outra vantagem é a pequena quantidade de sangue requerida para a realização desses testes em aves.

Em geral, um volume sanguíneo de 1-3% do peso corporal pode ser utilizado, sem gerar prejuízos às aves adultas, devido sua maior capacidade para a mobilização do fluido extra-vascular (KANEKO et al., 1997; THRALL et al., 2007).

Para a avicultura, o perfil imunológico, assim como para outras espécies, deve ser considerado como uma útil ferramenta para o diagnóstico de possíveis alterações fisiológicas e metabólicas. Esses parâmetros, refletem o estado de bem-estar das aves e complementam os índices de desempenho. São influenciados pelo ritmo circadiano, da idade, sexo, nutrição e o estado produtivo das aves (GONZÁLEZ; SILVA, 2006; SCHMIDT et al., 2007; MAHMOUD et al., 2013).

Classificada como lipossolúvel, a vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol) também é antioxidante natural pela grande capacidade de doar e receber elétrons. É armazenada pelas células linfóides, como imunomodulador, participa diretamente da resposta imune. É capaz de interagir com o sistema imunológico, seu funcionamento, síntese e mecanismos de ações, atribui resistência às infecções e melhora os índices zootécnicos (SOUZA et al., 2011; ZEFERINO et al., 2016).

Auxilia na primeira linha de defesa contra a peroxidação de fosfolipídeos vitais, previne a formação de hidroperóxidos e evita que ácidos graxos insaturados sejam oxidados. Sua deficiência pode produzir peróxidos de forma inadequada, pela alta concentração de radicais livres, com risco de auto-oxidação, o que reduz a capacidade fagocitária da célula (SURAI, 2002; BERCHIERI et al., 2009).

Por meio de diferentes mecanismos bioquímicos, a interação da vitamina E e outras substâncias (selênio e aminoácidos sulfurados - precursores de enzima), previnem algumas doenças nutricionais nas aves como encefalomalácia, diátese exsudativa e distrofia muscular. Diminui a produção de prostaglandina em células do sistema imunológico, com isso, aumenta a imunidade humoral das aves (MACDOWELL, 2000; BERCHIERI et al., 2009).

A resposta imune do organismo pode influenciar a composição sanguínea, a produção de anticorpos a antígenos estranhos e a relação heterófilo-linfócito

(SCANES, 2016). Parâmetros hematológicos e bioquímicos são bons indicadores do funcionamento fisiológico, estado patológico e nutricional das aves (SARAI, 2002; RIBEIRO et al., 2008; MASOUDI et al., 2011; KANG et al., 2016).

As aves necessitam da dieta como fonte de vitamina E, pois não podem sintetizá-la (CHAN; DECKER, 1994). Níveis acima do recomendado exercem influência no perfil imunológico, atuam no metabolismo da célula, auxiliam na respiração celular, metabolismo do ácido nucléico e por consequência na qualidade da carne (SOUZA et al., 2011; VAZ et al., 2014; POMPEU et al., 2015; LOPES et al., 2015).

O animal quando submetido a desafios, ambiental ou patológico, pode estimular seus mecanismos imunológicos. Com isso, os requerimentos dietéticos de vitamina E podem influenciar na manutenção do equilíbrio fisiológico, melhorar os parâmetros hematológicos, bioquímicos e de qualidade de vida.

Neste sentido, objetivou-se avaliar os parâmetros hematológicos, bioquímicos, e a contagem celular de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de vitamina E, dos 8 aos 35 dias de idade.

## 1.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, no Setor Experimental de Avicultura da Universidade Federal do Tocantins/UFT, na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus Araguaína/TO (7°10'13.16"N 48°20'08.20"L) no período de 26 de outubro a 30 de novembro de 2017. Aprovada pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal do Tocantins/TO (protocolo 23.101.004458.2017-51).

Foram utilizados 288 pintos de corte, de um dia de idade, machos, da linhagem comercial Cobb 500®, que foram alojados em galpão experimental de alvenaria, com cortinas laterais, manejadas de acordo com o comportamento das aves.

Foram utilizados 24 boxes de 2m<sup>2</sup>, telhado tipo sanduiche, providos com comedouros tubulares e com bebedouros tipo *nipple*. As aves tiveram livre acesso às rações e água durante todo o período experimental.

Durante o período experimental, o programa de luz adotado foi o contínuo (natural + artificial). Para o revestimento da cama no interior dos boxes, foi utilizado a casca de arroz, com revolvimento diário e sua reposição de acordo com a necessidade,

Até o sétimo dia de idade as aves foram criadas de acordo a recomendação da linhagem e alimentadas com apenas 50% das exigências de vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol) nas dietas (2,54 g/100kg). Aos oito dias de idade as aves com peso médio de 169,5g  $\pm$  16,28, foram homogeneizadas e distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos (50, 100, 150 e 200% das exigências de vitamina E), em seis repetições e doze aves por unidade experimental, de acordo as concentrações de vitamina E, segundo a determinação experimental e as recomendações de Rostagno et al. (2017) (Tabela 1)

Tabela 1 - Níveis de vitamina E nas dietas experimentais para frangos de corte

	TRATAMENTOS g/100 kg de Ração			
	50%	100%	150%	200%
8 – 21 dias	2,29	4,58	6,87	9,16
22 – 35 dias	1,80	3,61	5,41	7,22

\*Exigências nutricionais das aves recomendada por Rostagno et al. (2017).

As dietas foram calculadas de acordo as exigências para frangos de corte de desempenho médio-regular, nas fases de 1 a 7, de 8 a 21 e de 22 a 35 dias de idade (Tabela 1 e 2), de acordo as recomendações nutricionais de Rostagno et al. (2017). Até o 14º dia de vida, as aves foram aquecidas artificialmente, com lâmpadas incandescentes (60 W), instaladas no interior de cada um dos boxes experimentais.

Tabela 2 - Composição das rações basais de acordo com as fases de criação

Ingredientes (%)	1-7	8-21	22-35
Milho	56,09	58,11	62,69
Farelo de Soja (45%)	37,18	34,43	30,56
Fosfato bicálcico	2,11	1,67	1,16
Óleo de soja	1,82	3,10	3,46
Calcário	1,11	0,98	0,84
Sal comum	0,51	0,50	0,45
DL-Metionina (99%)	0,37	0,38	0,25
L-Lisina HCl (78%)	0,31	0,34	0,20
L-Treonina (98%)	0,14	0,14	0,06
Suplemento mineral <sup>1</sup>	0,10	0,10	0,10
Suplemento vitamínico <sup>2</sup>	0,10	0,10	0,10
Salinomicina (12%)	0,05	0,05	0,05
BHT – Antioxidante	0,01	0,01	0,01
Cloreto de Colina (60%)	0,09	0,08	0,06
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição nutricional calculada</b>			
EM (kcal/kg)	2975	3050	3175
Proteína bruta (%)	22,20	20,80	19,57
Cálcio (%)	0,97	0,88	0,70
Fósforo Disponível (%)	0,46	0,42	0,33
Lisina Digestível (%)	1,31	1,26	1,07
Metionina + cistina Digestível (%)	0,97	0,93	0,79
Metionina Digestível (%)	0,65	0,65	0,50
Treonina Digestível (%)	0,86	0,83	0,70
Sódio (%)	0,22	0,22	0,20

Recomendação e composição de suplemento vitamínico por kg de ração formulado com o nível de 100% de acordo com Rostagno et al. (2017).

<sup>1</sup>Suplemento mineral (kg) por tonelada de ração: Frangos de Corte: Pré-Inicial -1,25; Inicial - 1,10; Crescimento I (22 – 35 dias), 1,00. Composição de suplementação na fase de crescimento mg/kg de ração: Cobre - 10; Ferro - 50; Iodo – 0,8; Manganês - 65; Selênio - 0,30; Zinco - 60;

<sup>2</sup>Suplemento vitamínico (kg) por tonelada de ração isento de vitamina E: Frangos de Corte: Pré-Inicial, 1,25; Inicial, 1,10; Crescimento I (22 – 35 dias), 1,00. Vit. A -8.000,00 UI; Vit. D - 1.600,00 UI; Vit. K - 1.400 mg; Vit.B1 - 1.200 mg; Vit.B2 - 4.000 mg; Ácido Nicotínico - 28.00 mg; Ácido Pantotênico (9.600 mg); B6 (1.900 mg); B12 (10 mg); Ácido Fólico (560 mg); Biotina (56 mg).

Foram monitoradas e registradas diariamente as condições ambientais no interior da instalação durante o período experimental, por meio da estação meteorológica da Universidade Federal do Tocantins, e com o auxílio de termômetro de máxima/mínima, colocados à meia altura dos boxes.

Aos 35 dias de idade foram identificadas duas aves por parcela com peso próximo à média ( $\pm 5\%$ ) e submetidas a 8h de jejum alimentar. A coleta do sangue foi feita pela veia jugular e as amostras foram acondicionadas em tubos de ensaio para plasma e soro, em seguida foram separadas de acordo as recomendações específicas, uma para a análise hematológica e a outra para a bioquímica sérica.

Os parâmetros hematológicos analisados foram a concentração de hematócrito, a determinação da hemoglobina, contagem total de eritrócitos, distensão sanguínea (esfregaço), relação heterofilo-linfócito e determinação dos índices hematimétricos, Volume Corpuscular Médio (VCM), Hemoglobina Corpuscular Média (HCM), Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média (CHCM).

O hematócrito foi determinado com o auxílio de microcapilares, preenchidos, vedados e passaram por centrifugação a 12.000 rpm por 5 minutos. Os valores do microhematócrito foram expressos em porcentagem, obtidos por leitura específica para os valores do hematócrito. A dosagem de hemoglobina foi analisada conforme Drabkin (1948) e seguiu-se a leitura por meio de um espectrofotômetro Asys com absorvância de 540 nm (CAMPBELL, 2004).

Para a contagem dos eritrócitos (RBC), foram utilizados 2 mL de solução de formol-citrato e adicionados 10  $\mu$ L de sangue, com posterior homogeneização. Em seguida foi transferido uma gota desta diluição para a câmara de Neubauer, para contagem da concentração total de eritrócitos de acordo a metodologia.

Para a contagem diferencial de leucócitos, uma gota de sangue foi utilizada para o preparo das distensões sanguíneas (esfregaço). Após secarem, foram fixadas em metanol por 10 minutos e coradas com kit Panótipo Rápido. Para a relação heterofilo-linfócito, foi feita a divisão do número total de heterófilos pelo total de linfócitos (CAMPBELL, 2004; THRALL et al., 2006).

Para o cálculo dos índices hematimétricos, volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e a concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), foram utilizadas as equações propostas por Coles (1984) e Campbell (2004).

Para quantificação do glicogênio muscular e hepático, fragmentos musculares do peito (200 mg) e hepáticos (100 mg) foram coletados, e posteriormente congelados, submetidos a mesma condição amostral. Após o descongelamento, prosseguiram-se os procedimentos para análise de glicogênio (adaptado: DUBOIS et al., 1956 e BIDINOTO et al., 1997).

Alíquotas de tecido (músculo e fígado) foram transferidas para tubos de ensaio e adicionados KOH 6N. Posteriormente, os tubos foram encubados a 100 ° C por 5 minutos até dissolução. Dessa mistura, 250 µL foram transferidos para outro tubo contendo 3 mL de etanol 70%, agitados em homogeneizador vórtex por 5 minutos e adicionados 100 µL de Sulfato de Pótassio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). O precipitado foi centrifugado e o sobrenadante, descartado por inversão do tubo. O precipitado foi resuspenso e adicionado 2 mL de água destilada. Em seguida foi adicionado 500 µL de fenol 4,1% e 2 mL de ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). As amostras foram pipetadas em uma placa e efetuou-se a leitura em espectrofotômetro Asys UVM 340 e absorvância em 480 nm. A concentração de glicogênio foi expressa em µmols de glicosil-glicose g de tecido<sup>-1</sup>.

Outras amostras foram centrifugadas a 6.000 rpm por 10 minutos para obtenção do soro e do plasma para a determinação bioquímica dos níveis plasmáticos de glicose (mg/dL), colesterol (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL), ácido úrico (mg/dL), enzimas ALT, AST, fosfatase alcalina, lactato (mg/dL), e proteínas totais, albumina e globulina (g/dL), por meio de kits comerciais Labtest (Labtest Diagnóstica, Brasil®), fundamentados nos princípios da espectrofotometria (DUBOIE, 1956; HARROWER; BROWN, 1972).

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos aos testes de Normalidade (*Cramer Von Mises*) e Homocedasticidade (*Levene*). Satisfeitas essas pressuposições, as variáveis foram submetidas a análises de Variância, e teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as variáveis que não passaram pelo teste de normalidade, foram submetidos ao teste de Kruskal Wallis, considerando  $p < 0,05$  para determinação de diferenças significativas entre os tratamentos. As análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico InfoStat Statistical Software (INFOSTAT, 2012).

### 1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que os diferentes níveis de vitamina E nas dietas não influenciaram ( $p>0,05$ ) a concentração total de eritrócitos (RBC). Não houve efeito ( $p>0,05$ ) nos valores de hematócrito (Hct) ( $p<0,8802$ ), hemoglobina (Hb) ( $p<0,2913$ ), RBC ( $p<0,1415$ ), referentes aos parâmetros hematológicos e os índices VCM ( $p<0,5065$ ), HCM ( $p<0,8050$ ), e CHCM (0,3745) (Tabela 3.3).

Tabela 3 – Parâmetros hematológicos e índices hematimétricos de frangos de corte alimentados com dietas com níveis de Vitamina E aos 35 dias de idade

	50%	100%	150%	200%	CV	$p<0,05$
Hct (%)	51,42	50,92	47,92	48,92	17,26	0,8802
Hb (g/dL)	7,90	9,24	7,32	6,06	36,68	0,2913
RBC ( $\text{mm}^3$ )	1,64	0,73	0,99	0,75	70,79	0,1415
VCM (fL)	914,48	896,59	531,15	1033,50	70,32	0,5065
HCM (pg)	144,04	135,55	93,94	140,58	77,58	0,8050
CHCM (g/dL)	15,76	19,54	15,87	12,58	41,82	0,3745

Nos resultados obtidos não houve influência dos tratamentos nas variáveis hematológicas pelos níveis crescentes de vitamina E. Esse dado pode estar relacionado aos dados produtivos de desempenho, pois alterações nos parâmetros hematológicos, podem reduzir o transporte de oxigênio, podendo interferir no crescimento, sobrevivência e até na reprodução das aves. Mudanças hematológicas podem estar associadas ao estresse, e permanecem durante dias, mesmo depois da remoção do agente estressor, fator que não foi evidenciado pelos tratamentos utilizados (PRIETO; CAMPO, 2010).

Os valores dos eritrócitos tiveram influência dos tratamentos, e estiveram abaixo do estabelecido para frangos de corte, sem influenciar às porcentagens de hematócrito e na concentração de hemoglobina, o que não caracterizou um quadro de anemia. Esse dado é importante pois os eritrócitos são as células mais abundantes na circulação sanguínea, e tem como principal função, transportar o oxigênio no organismo, o que influencia a qualidade produtiva das aves (CAMPBELL, 2004).

Como não houve influência dos tratamentos no hematócrito, hemoglobina e no RBC, os índices eritrocitários estiveram dentro do estabelecido para aves, sendo que o volume corpuscular médio (VCM) expressa o tamanho dos eritrócitos, a hemoglobina corpuscular (HCM) e a concentração média de hemoglobina corpuscular (CHCM) representam a quantidade de hemoglobina por eritrócitos. Esse resultado fornece informações importantes para os parâmetros hematológicos, pois esses índices detectam a presença de anemia e avaliam a capacidade que a medula óssea tem de produzir hemácias de tamanho e capacidade metabólica normais, assim como o conteúdo de hemoglobina (CLARCK et al., 2009).

Observou-se que os níveis de vitamina E nas dietas não influenciaram ( $p>0,05$ ) os valores de leucócitos totais, nas concentrações de linfócitos, trombócitos, heterófilos, eosinófilos, basófilos e na relação heterófilo-linfócito (H/L). A partir do aumento dos níveis de vitamina E nas dietas, observou-se a diminuição dos valores da concentração de monócitos ( $p<0,05$ ) (Tabela 3.4).

Tabela 4 – Valores médios de Leucócitos de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes níveis de vitamina E aos 35 dias de idade

	50%	100%	150%	200%	CV	$p<0,05$
Leucócitos totais ( $\mu\text{L}$ )	42047,67	58334,33	50009,83	75017,50	60,71	0,4446
Trombócitos ( $\mu\text{L}$ )	43485,29	33173,50	35499,25	35587,46	44,31	0,7167
Linfócito ( $\mu\text{L}$ )	64,50	66,17	65,42	69,42	12,04	0,7338
Heterófilo ( $\mu\text{L}$ )	10068,77	15003,06	10782,50	18438,99	83,73	0,5579
Monócito ( $\mu\text{L}$ )	554,38 <sup>b</sup>	804,46 <sup>a</sup>	452,49 <sup>b</sup>	443,28 <sup>b</sup>	23,02	0,0002
Basófilo ( $\mu\text{L}$ )	1369,14	1674,02	1739,39	2062,77	66,82	0,7745
Eosinófilo ( $\mu\text{L}$ )	2883,29	3553,39	3665,11	2509,57	62,90	0,7116
H/L ( $\mu\text{L}$ )	0,41	0,35	0,36	0,33	36,49	0,7695

Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

No perfil leucocitário das aves ocorre inúmeras variações, podendo chegar de 12 mil a 30 mil/mL. Os linfócitos ( $p<0,7338$ ) e os trombócitos ( $p<0,7167$ ) foram as células mais predominantes do leucograma, seguido pelo heterófilo ( $p<0,5579$ ). As concentrações leucocitárias dos frangos de corte estudados estiveram dentro dos



níveis recomendados para aves, com 60-65% de linfócitos, 25-30% heterófilos, 10% de monócitos, 2% de eosinófilos e 1,7% de basófilos (CAMPBELL, 2004; PRIETO; CAMPO, 2010; MATUR et al., 2015) (Figura 1).

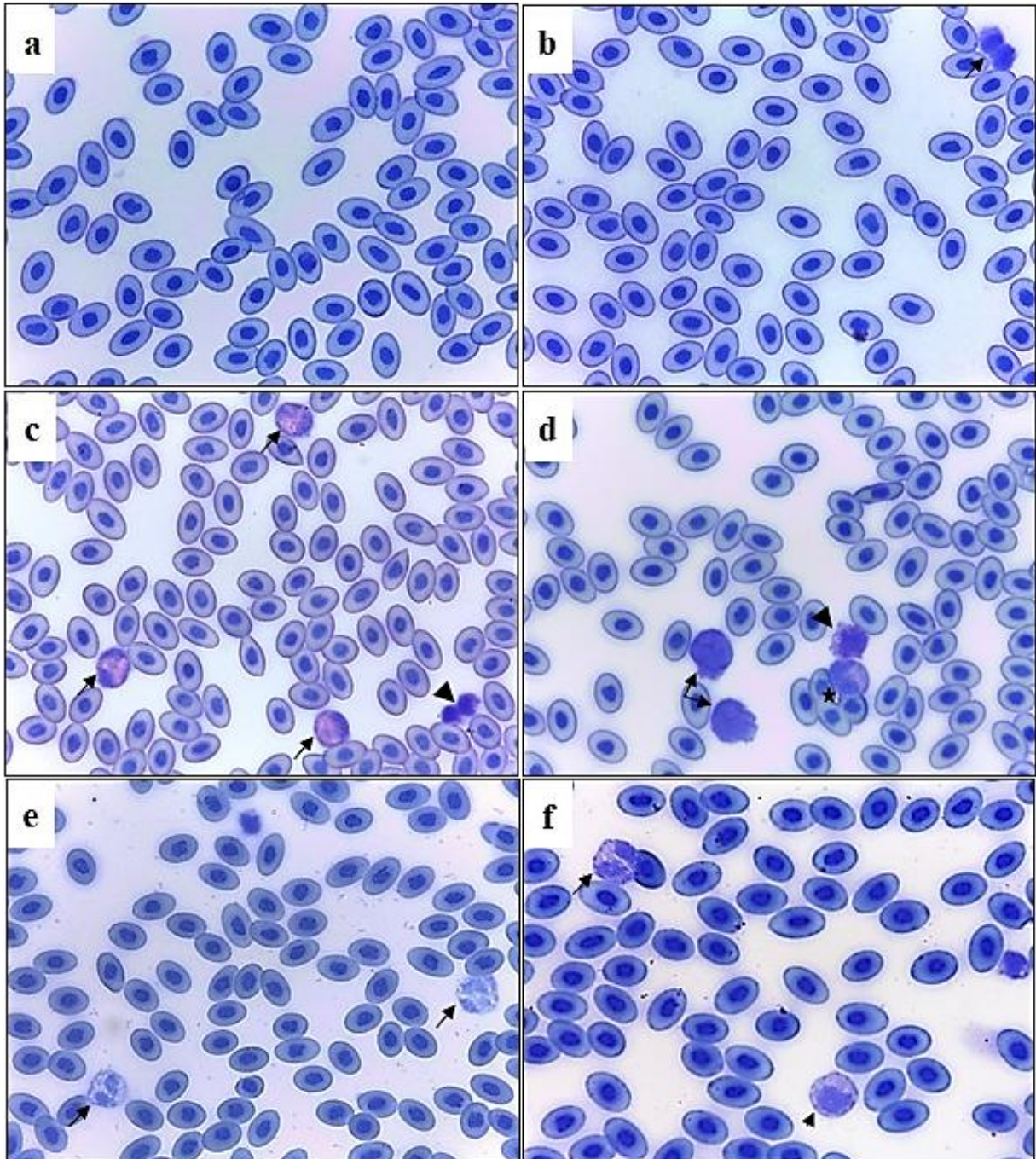


Figura 1 – Fotomicrografia de esfregaço sanguíneo de frangos de corte (Coob 500®) alimentados com dietas com vitamina E: (a) eritrócitos; (b) eritrócitos e trombócitos (seta); (c) eritrócitos, heterófilos (seta), trombócitos (cabeça de seta); (d) eritrócitos, basófilos (seta), linfócito (cabeça de seta), eosinófilo (estrela); (e) heterófilos (seta); (f) heterófilo (seta), monócito (cabeça de seta). Panótico Rápido. 100x

É importante ressaltar que os linfócitos são as células de defesa em maior concentração, pois participam da resposta imediata do organismo, pela produção dos anticorpos. Como indicativo da função imune das aves, os leucócitos podem aumentar sua concentração quando há infecção, por ser uma das primeiras linhas de defesa do corpo, assim pode-se constatar que as aves não tiveram seu sistema imune deprimido pelos tratamentos (MASOUDI et al., 2011; KANG et al., 2016).

Lagana et al. (2005) e Souza et al. (2011) também não encontraram efeito dos tratamentos com vitamina E no hemograma, hematócrito, hemoglobina, assim como leucócitos totais, heterófilos, eosinófilos, basófilos, monócitos, linfócitos e relação de H/L que teve aumento de 35%. Nos nossos resultados, a relação heterófilo-linfócito ( $p < 0,7695$ ) foi aumentada (41% H-L) quando os animais foram alimentados com as dietas com apenas 50% da exigência, com diminuição na concentração de heterófilos, à medida que foram aumentados os níveis de vitamina E.

Em aves, os trombócitos desempenham a função de formar coágulos, e podem desempenhar função fagocítica, migram para o foco inflamatório e promovem a homeostasia, são células fundamentais na defesa orgânica (CLARCK et al., 2009).

Dividem-se de acordo a sua morfologia nuclear, sendo os agranulócitos constituídos por linfócitos, monócitos e trombócitos, e os granulócitos constituídos por heterófilos, eosinófilos e basófilos (CAMPBELL, 2004).

Os heterófilos são as células aviárias equivalentes aos neutrófilos dos mamíferos. São os principais leucócitos fagocíticos, no ataque contra bactérias e na resposta inflamatória. Com pouca variação do tamanho, tem forma arredondada, grânulos citoplasmáticos em forma de bastão ou fusiformes, podendo apresentar-se elípticos e ter coloração brilhante (CAPITELLI; CROSTA, 2013) (Figura 1).

A relação heterófilo - linfócito (H/L) é influenciada pelo aumento de heterófilo e a redução do linfócito (CAMPBELL, 1994). Pode ser um indicativo fisiológico importante para frangos de corte, sendo influenciado pela idade, onde aves mais velhas, expostas à altas temperaturas, ou a transporte em caminhão por mais de três horas, tem essa relação aumentada, com a quantidade de heterofilos circulantes (0,45-0,62). Esse fator pode estar relacionado a redução das concentrações séricas da corticosterona e do tecido linfoide (timo, baço e Bursa de Fabricius), pela depressão da imunidade (GROSS; SIEGEL, 1983; MITCHELL et al., 1992).

É importante destacar que os eosinófilos foram menos expressivos nos resultados encontrados, e têm morfologia semelhante aos heterófilos, diferindo pela

cor dos seus grânulos (azulada ou cinzenta). São esféricos, com variação de tamanho e citoplasma com grânulos eosinofílicos, pois auxiliam nos processos alérgicos, inflamatórios e parasitários.

Os monócitos são células maiores que os linfócitos e possuem tamanho similar aos heterófilos, desempenham função fagocitária, com forma arredondada, regular ou amorfa. Os basófilos estão relacionados com as fases iniciais da inflamação aguda, e podem liberar heparina e histamina no combate infeccioso. Possuem grânulos com coloração intensa, facilmente identificados, porém de rara ocorrência (MITCHELL; JOHNS, 2008).

Não foi observado efeito dos diferentes níveis de vitamina E sobre os valores de ácido úrico ( $p < 0,7166$ ), colesterol ( $p < 0,8519$ ), triglicerídeos ( $p < 0,7507$ ), proteínas totais ( $p < 0,3729$ ), albumina ( $p < 0,4115$ ), globulina ( $p < 0,9276$ ), e nas concentrações das enzimas ALT ( $p < 0,6836$ ), AST ( $p < 0,3604$ ) e Lactato desidrogenase ( $p < 0,3406$ ), nos níveis de glicose ( $p < 0,2469$ ) e nas concentrações de glicogênio hepático ( $p < 0,6788$ ) e muscular ( $p < 0,8245$ ) (Tabela 5).

Tabela 5 – Perfil bioquímico e enzimático de frangos de corte alimentados com dietas com diferentes níveis de vitamina E aos 35 dias de idade

PARÂMETROS	50%	100%	150%	200%	CV	$p < 0,05$
ALT (U/L)	9,30	9,55	9,22	4,68	98,56	0,6836
AST (U/L)	23,49	13,69	19,06	15,43	55,76	0,3604
Lactato Desidrogenase (U/L)	535,77	545,70	453,68	444,90	24,13	0,3406
Ácido Úrico (mg/dL)	3,73	3,28	3,38	3,39	20,86	0,7166
Colesterol (mg/dL)	40,29	41,40	38,48	37,13	23,03	0,8519
Triglicerídeos (mg/dL)	144,98	140,96	145,21	152,75	19,97	0,7507
Proteínas Totais (gr/L)	50,26	44,57	45,39	44,86	13,55	0,3729
Albumina (gr/L)	22,74	22,80	21,13	21,71	9,03	0,4115
Globulina (gr/L)	22,44	21,78	20,31	23,15	34,76	0,9276
Glicose (mg/dL)	142,70	154,12	162,00	168,25	14,09	0,2469
*Glicogênio Hepático	61,91	60,82	58,9	54,95	17,72	0,6788
*Glicogênio Muscular	23,87	22,14	24,43	22,44	21,25	0,8245

Médias seguidas de letras diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

\*Concentrações estão expressas em  $\mu\text{mol}$  de glicosil-glicose g de tecido<sup>-1</sup>.

As proteínas plasmáticas estão relacionadas à imunidade, a manutenção da pressão osmótica do plasma, o transporte de substâncias pelo corpo (hormônios, minerais), a ação tampão e a regulação de enzimas.

Os valores encontrados ( $p < 0,3729$ ) se mantiveram próximos aos níveis normais de proteína preconizados para frangos de corte, que está em torno 56 g/L de proteínas totais, composta por albumina (25 g/L) e globulina (31 g/L). A albumina é totalmente sintetizada no fígado, importante indicador no diagnóstico de distúrbios hepáticos, além de transportar ânions, cátions, ácidos graxos e hormônios (SCHMIDT et al., 2007; LAGUNA et al., 2005).

A concentração sérica do ácido úrico ( $p < 0,7166$ ) foi semelhante a observada por Franciscato et al. (2006), pois as aves por serem animais uricotéicos, excretam o nitrogênio (N) em pequenos volumes de água por meio do ácido úrico, principal produto do metabolismo de nitrogênio, e 60-80% deste é excretado na urina (GONZÁLEZ; SILVA, 2006). O ácido úrico é sintetizado no fígado e nos rins, e os distúrbios na função renal podem aumentar sua concentração no soro ou no plasma nas aves, e o nível normal para aves jovens podem ficar entre 1 até 2 mg/dL (KANEKO et al., 1997; LUMEIJ, 1997; SCHMIDT et al., 2007).

Dentro das condições estudadas, não houve efeito dos níveis nas concentrações das enzimas Lactato, ALT e AST. Esse resultado pode ser relacionado ao baixo nível de estresse à qual as aves foram submetidas, não sendo suficiente para reduzir o consumo de ração, o que não interferiu na estabilidade das vitaminas e minerais, e por consequência refletiu na sua bioquímica enzimática. A avaliação das enzimas pode ajudar no diagnóstico de condições anormais das aves comerciais. A distribuição das enzimas pode mudar conforme o órgão e a espécie, enzimas que estão normalmente no citoplasma são: aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT) e lactato desidrogenase (LDH). As concentrações plasmáticas das enzimas podem ser um útil indicador de dano recente ou inicial, quando ocorre degeneração celular temporária, ou na avaliação da função de um órgão (LUMEIJ, 1997; KANEKO et al., 1997).

A Aspartato aminotransferase (AST) e a Lactato desidrogenase são enzimas sensíveis às doenças musculares. Já a Alanino aminotransferase (ALT) é considerada um marcador sensível aos distúrbios hepáticas e musculares das aves. A AST é uma enzima da mitocôndria e citosol da maioria das células (hepáticas, musculares, renais,

neuronaes, eritrócitos, esplênicas, intestinaes e pulmonares) e pode ser encontrada no plasma, sendo um índice que aponta a alteração de células hepáticas e musculares, em conjunto com outros indicadores (LUMEIJ, 1997; SCHMIDT et al., 2007; DOMINGUES et al., 2016). Pode-se melhorar o acompanhamento enzimático em aves, quando há maior número de coletas, para delimitar um padrão enzimático e resposta significativa, pois foi observado que à medida que os níveis de vitamina E foram aumentados na dieta, foi diminuído a concentração dessas enzimas.

A medida que o nível de vitamina E foi aumentado, observou-se diminuição na concentração de colesterol e houve aumento nos triglicerídeos sanguíneos, sendo considerados índices normais para aves. A vitamina E encontra-se no plasma e na partícula de LDL, protegendo os lipídeos da oxidação. O colesterol é um esteróide, auxilia na produção de células e hormônios, comum nos tecidos corporais das aves (SANTOS et al., 2014). É precursor na síntese de hormônios esteróides e de sais biliares, componente estrutural das membranas celulares e bainhas de mielina, circula no plasma em forma livre e esterificada, e sua fração pode ser modificada pela idade, estado nutricional e a quantidade das gorduras saturadas e insaturadas da dieta. Os triglicerídeos auxiliam no fornecimento e reserva de energia ao corpo (DUNCAN, 2000; CAMPBELL, 2004; CATANIA et al., 2009).

As concentrações de proteínas totais (56 g/L), albumina (25 g/L) e globulinas (31 g/L) estiveram abaixo dos valores de referência (LUMEIJ, 1997; KANEKO et al., 1997). Nas condições experimentais, essa concentração pode ser caracterizada como um intervalo normal, justificada pela relação albumina/globulina, que esteve dentro do estabelecido (SANTOS et al., 2014).

No presente estudo não foi observado redução nos valores de glicose e de glicogênio em relação aos níveis crescentes de vitamina E na dieta. O metabolismo da glicose das aves é similar ao dos mamíferos, com diferenças nas quantidades, pois a concentração pode variar entre 130 a 270 mg/dL. Em aves sadias, os níveis de glicose podem chegar a 500 mg/dL, dependendo do ritmo circadiano, idade, sexo e produção. No metabolismo dos eritrócitos, as aves utilizam ácidos graxos e não glicose, fato que estabiliza sua concentração na análise sanguínea, o que explica seu aumento (CAMPBELL, 2004; SCHMIDT et al., 2007).

Não houve efeito dos tratamentos sobre as concentrações de glicogênio hepático e muscular, sendo necessário análises mais específicas para evidenciar sua influência, como a morfolisiologia tecidual. A diminuição das reservas de glicogênio se

dá pela ocorrência de estresse, ou jejum, e pode gerar aumento nos valores de glicose, quanto maior o tempo de jejum, maior a depleção de energia, o que diminui as concentrações de glicogênio muscular e de ATP, reduzindo as taxas de glicogenólise. Outro fator que pode ter influenciado é o valor de pH, pois carnes com valores baixos de pH estão relacionadas a diminuição do glicogênio muscular (LANA et al., 2000), o que não foi observado no presente estudo.

O perfil bioquímico do sangue reflete as respostas fisiológicas decorrentes de fatores internos (idade e sexo) e externos (alimentação e ambiente) e podem fornecer informações do metabolismo e da saúde dos animais. A composição das dietas afeta o metabolismo geral, com influência nos parâmetros sanguíneos e enzimáticos (YARI et al. 2014; DOMINGUES et al., 2016).

#### **1.4 CONCLUSÃO**

Os diferentes níveis de vitamina E não influenciaram o perfil bioquímico, os parâmetros hematológicos e leucocitários, assim como a relação hetófilo-linfócito de frangos de corte. Conclui-se que o menor nível de vitamina E de 50%, correspondente a 22,90 mg/kg e 18,05 mg/kg para o período 8 a 21 e de 22 a 35 dias, respectivamente, atendeu as exigências nutricionais das aves.

## 2 REFERÊNCIAS

ABPA: Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual**. 68 p., 2017.

ALBINO, L.F.T.; TAVERNARI, F.C. **Produção e Manejo de frangos de corte**. Viçosa: Ed. UFV, 2008. 88p.

BERCHIERI, A. JR; SILVA, E.N.; FÁBIO, J.D.; SESTI, L.; ZUANAZE, M.A. Doenças das Aves. 2ª ed., FACTA Brasil. 2009. 104p.

BOUNOUS, D.I.; STEDMAN, N. Normal avian hematology: chicken and turkey. In: FELDMAN, B.F.; ZINKL, J.G.; JAIN, N.C. **Schalm's Veterinary Hematology**. 5 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. p.1147-1154. 2000.

CAMPBELL, T. **Blood biochemistry of lower vertebrates**. 55th Annual Meeting of the American College of Veterinary Pathologists (ACVP) & 39th Annual Meeting of the American Society of Clinical Pathology (ASVCP), ACVP and ASVCP (Eds.) Publisher: American College of Veterinary Pathologists & American Society for Veterinary Clinical Pathology, Middleton WI, USA. 2004.

CAPITELLI, R.; CROSTA, L. Overview of psittacine blood analysis and comparative retrospective study of clinical diagnosis, hematology and blood chemistry in selected psittacine species. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, Texas, v. 16, p. 71-120, 2013.

CATANIA, A.S.; BARROS, C.R.; FERREIRA, S.R.G. Vitaminas e minerais com propriedades antioxidantes e risco cardiometabólico: controvérsias e perspectivas. **Arq Bras Endocrinol Metab**. v. 53, n.5, p.550-559, 2009.

CHAN, K.M.; DECKER, E.A. Endogenous skeletal muscle antioxidants. **Crit. Rev. Food Scienc. Nutrit**. v. 34, p. 403-426, 1994.  
DUBOIE, 1956;

CLARK, P.; BOARDMAN, W.; RAIDAL, S. **Atlas of clinical avian hematology**. Oxford: Blackwell Publishing, 2009. 184 p.

COLES, E.H. **Patologia Clínica Veterinária**. 3ª Ed, Ed Manole, 1984. 566p.

DOMINGUES, R.M.; LAURENTIZ, A.C.; MELO, A.P.F.; MELLO, E.S.; FILARDI, R.S.; SOBRANE FILHO, S.T.; SILVA, M.L.A.; LAURENTIZ, R.S. Parâmetros sanguíneos de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com sementes secas de *Piper cubeba* como aditivo fitogênico. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 36, n.11, p.1139-1144, 2016.

DUBOIS, M., GILLES, K. A., HAMILTON, J. K., REBERS, P. A. & SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Anal. Chem.**, 28(3): 350- 356. 1956.

DUNCAN, J. Bioquímica Clínica. En: Manual de Patología Clínica em Pequenos Animales. DAVIDSON, M; R. ELSE; J. LUMSDEN (Eds). Ed. Harcourt, España. 2000.

FAHEY, A.G; CHENG, H.W. Group Size and Density Effects on Physical Indices and Cell-Mediated Immunity in Two Genetic Lines of White Leghorn Layers. **Poultry Science Association**. p. 2500-2504, 2008.

FRANCISCATO C.; LOPES S.T.A.; SANTURIO J.M.; WOLKMER P.; MACIEL R.M.; PAULA, M.T.; GARMATZ, B.C.; COSTA, M.M. Concentrações séricas de minerais e funções hepática e renal de frangos intoxicados com aflatoxina e tratados com montmorilonita sódica. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**. v.41, p.1573-1577, 2006.

GAD, S.C.; ROUSSEAU, C.G. Use and misuse of statistics in the design and interpretation of studies. In: HASCHEK, W.M.; ROUSSEAU, X.G.; WALLIG, M.A. **Handb. Toxic. Path.** Academic Press, San Diego, v. 1, p. 327-418, 2002.

GONZÁLEZ, F; SILVA, S. Introdução à bioquímica clínica veterinária. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2a edição. 2006.

KANEKO, J; HARVEY, J; BRUSS, M. Clinical Biochemistry of Domestic Animals, 5th ed., San Diego, Academic Press, 1997, 932p.

KANG, H. K.; PARK, S. B.; KIM, S. H.; KIM, C. H. Effects of stock density on the laying performance, blood parameter, corticosterone, litter quality, gas emission and bone mineral density of laying hens in floor pens. **Poultry Science**, n.2, p.1-7, 2016.

KLASING, K. Nutritional diseases. In: SAIF, Y; BARNES, H; GLISSON, J; FADLY, A; MCDOUGALD, L; SWAYNE, D. Diseases of Poultry. American Association of Avian



Pathologist. Iowa State Press A Blackwell Publishing Company. USA. 12a. Edition. 2008. pp.1121-1148.

HARROWER, J.R.; BROWN, C.H. Blood lactic acid. A micromethod adaptes to field collection of microliter samples. **Journal Appl. Physiology** 32: 224-228. 1972.

HRUBEC, T.C.; SMITH, S.A Hematology of fishes. In: HRUBEC, T.C.; SMITH, S.A **Hematology of fishes. Schalm'S Veterinary Hematology**. 5 ed. Blackburg: Wiley-Blackwell, 1998. p. 1120-1125.

LEONHARDT, M.; GEBERT, S.; WENK, C. Vitamin E content of different animal products: influence of animal nutrition. **Eur. J. Nutrit.** v. 36, n. 1, p. 23-27, 1997.

LOPES, J.C.O.; FIGUEREDO, A.V.; LOPES, J.B.; LIMA, D.C.P.; RIBEIRO, M.N.; LIMA, V.B.S. Zinco e vitamina E em dietas para frangos de corte criados em estresse calórico. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.** v. 16, n. 2, p. 350-364, 2015.

LUMEIJ, J.T. Avian Clinical Biochemistry. IN: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. Clinical Biochemistry of Domestic Animals 5th edition. San Diego, Academic Press, 1997. 932p.

MACDOWELL, L.R. **Vitamins in animal and human nutrition**. 2 ed. Iowa State University Press/Ames, 2000. 812p.

MATUR, E.; ERASLAN, E.; AKYAZI, I.; EKIZ, E.E.; ESECELI, H.; KETEN, M.; METINER, K.; BALA, D.A. The effect of furnished cages on the immune response of laying hens under social stress. **Poultry Science**. p.1–10, 2015.

MITCHELL, E. B.; JOHNS, J. Avian hematology and related disorders. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v. 11, p. 501-522, 2008.

POMPEU, M. A.; BAIÃO N.C.; LARA, L.J.C.; ROCHA, J.S.R.; CARDEAL, P.C.; BAIÃO, R.C.; PEREIRA, L.F.P.; TEIXEIRA, M.P.F.; BARBOSA, V.M.; CUNHA, C.E. Desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de suplementação de vitamina E. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.67, n.2, p.506-510, 2015.

PRIETO, M.T.; CAMPO, J.L. Effect of heat and several additives related to stress levels on fluctuating asymmetry, heterophil:lymphocyte ratio, and tonic immobility duration in White Leghorn chicks. **Poultry Science**. n.89, p. 2071-2077, 2010.

RIBEIRO, A.M.L.; VOGT, L.K.; CANAL, C.W.; LAGANÁ, C.; STRECK, A.F. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos e sua ação sobre a imunocompetência de frangos de corte submetidos a estresse por calor. **R. Bras. Zootec.**, v. 37, n. 4, p.636-644, 2008.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M.I.; DONZELE, J. L.; SAKOMURA, N.K.; PERAZZO, F.G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M.L.; RODRIGUES, P.B.; OLIVEIRA, R. F.; BARRETO, S.L.T.; BRITO, C.O. **Composição de alimentos e exigências nutricionais (Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos)**. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, UFV, 488 p., 2017.

SANTOS, F.R.; SANTANA, R.O.; CARVALHO, E.A.; COSTA, N.A.; MINAFRA, C.S.; OLIVEIRA, P.R. Desempenho e perfil sérico bioquímico de frangos de corte alimentados com rações contendo produtos homeopáticos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.2, p.394-405, 2014.

SCANES, C.G. Biology of stress in poultry with emphasis on glucocorticoids and the heterophil to lymphocyte ratio. **Poultry Science**. p.1–8, 2016.

SCHMIDT, E; LOCATELLI -DITTRICH, R; SANTIN, E; PAULILLO, A. Patologia clínica em aves de produção – Uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola – revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 12, n.3, p.9-20, 2007.

SOUZA, M.G.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; MAIA, A.P.A.; BALBINO, E.M.; OLIVEIRA, W.P. Utilização das vitaminas C e E em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.10, p.2192-2198, 2011.

SURAI, P.F. Natural Antioxidants in Avian Nutrition and Reproduction. Nottingham University Press. England. 42p.2002;

THRALL, M.A.; BAKER, D.C.; CAMPBELL, T.W.; DeNICOLA, D.; FETTMAN, M.J.; LASSEN, E.D.; REBAR, A.; WEISER, G. Hematologia e bioquímica clínica veterinária. São Paulo: ROCA, 1ª Ed. 2006. 582p.

VAZ, R. G. M. V; OLIVEIRA, R. F.; DONZELE, J. L.; ALBINO, L. F. T.; SIRQUEIRA, J. C.; OLIVEIRA, W. P.; SOUSA, J. P. L.; SILVA, M. C.; FONSECA, F. L. R. Níveis de vitamina em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura no período de 1 a 42 dias de idade. **Biosci. J.**, v. 30, n. 5, p. 1522-1528, 2014.

WINTROBE, M.M. Anemia: Classification and treatment on the basis of differences in the average volume and hemoglobin content of the red corpuscles. **Arch. Int. Medic.** v. 54, p. 256-280, 1934.

WINTROBE, M.M. **Blood, pure and eloquent; a story of discovery, of people and ideas.** New York: McGraw-Hill, 1980.

YARI, P.; YAGHOBFAR A.; AGHDAMSHAHRYAR H.; EBRAHIM-NEZHAD, Y.; MIRZAIE-GOUDARZI, S. 2014. Productive and serum biological responses of broiler chicks to use of different patterns of diet formulation. **Int. J. Plant Anim. Environ. Sci.** v. 4, n.3, p. 459-464, 2014.

ZEFERINE, C. P.; KOMIYAMA, C. M.; PELÍCIA, V. C.; FASCINA, V. B.; AOYAGI, M. M.; COUTINHO, L. L.; SARTORI, J. R.; MOURA, A. S. A. M. T. Carcass and meat quality traits of chickens fed diets concurrently supplemented with vitamins C and E under constant heat stress. **Animal**, v. 10, n. 1, p. 163–171, 2016.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados evidenciam que o desempenho das aves pode ser otimizado com a utilização da vitamina E, principalmente os parâmetros imunológicos e na qualidade da carne, no teor de amarelo e na concentração de malonaldeído (TBARS), índices importantes para a qualidade final da carne. Além desses benefícios, a performance das aves e seu bem-estar foram mantidos, refletindo nos parâmetros de desempenho.

Nas condições experimentais houve um controle, com dietas de alta digestibilidade, e esse fator pode ter exercido uma baixa correlação com a ação vitamínica e a realidade do campo, sendo necessário estudos que avaliem outros gargalos produtivos, a fim de evidenciar todo o potencial que a vitamina E pode exercer na produção avícola, que é minimizar os efeitos estressores auxiliando a resposta imune dos frangos de corte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CÂMPUS DE ARAGUAÍNA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

BR 153, Km 112, Zona Rural | CEP: 77804-970 | Araguaína/TO  
(63) 341612-5424 | www.uft.edu.br | pgcat@uft.edu.br



**ATA DE DEFESA**

Ata de defesa da tese, "**Níveis de vitamina E em dietas de frangos de corte de 8 aos 35 dias de idade**"- do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical (PPGCat) da Universidade Federal do Tocantins, (UFT) Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ).

Às 14h30min do dia 07 de agosto de 2019- no Auditório do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL- na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ) da Universidade Federal do Tocantins (UFT), esteve reunida a banca de defesa da doutoranda **Mayara da Cruz Ribeiro**, constituída pelos seguintes membros: Professora Dra. **Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz**, Professor Dr. **Gerson Fausto da Silva**, Professor Dr. **Luiz Fernando Teixeira Albino**, Professor Dr. **José Henrique Stringhini** e a Doutora em Ciência Animal Tropical **Mônica Calixto da Silva**.

Após finalizar os trabalhos a Doutoranda foi Aprovada e os membros presentes assinaram a ata de defesa.

**Observações para a doutoranda:**

- ( ) Aprovada.  
( ) Reprovada.  
( ) Aprovada com correções a serem conferidas pela banca.  
(X) Aprovada com correções a serem conferidas pelo orientadora.

MEMBROS DA BANCA	FUNÇÃO PRECÍPUA	ASSINATURAS
<b>Roberta Gomes Marçal Vieira Vaz</b>	Presidente da Banca e Orientadora	
<b>Gerson Fausto da Silva</b>	Avaliador	
<b>Luiz Fernando Teixeira Albino</b>	Avaliadora	
<b>José Henrique Stringhini</b>	Avaliador	
<b>Mônica Calixto da Silva</b>	Avaliadora	

Prazo para entrega da Tese corrigida: 80 dias



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS - SISBIB  
REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFT (RIUFT)



TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICIZAÇÃO DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES NA  
BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS (BDTD/UFT)

IDENTIFICAÇÃO DO TIPO DE MATERIAL

Tese  Dissertação  Trabalho de conclusão de mestrado  Relatório ou trabalho de pós-doutoramento

IDENTIFICAÇÃO DO AUTOR E DO DOCUMENTO

Autor	MAYARA DA CRUZ RIBEIRO						
RG	174399220010	Órgão expedidor	SSP	UF	MA	CPF	021691113-36
E-mail	mayzoo@hotmail.com		Telefone	(63) 99254-2515		Celular	(63) 98402-4149
Campus universitário	EMVZ	Colegiado	ZOOTECNIA		Setor	AVICULTURA DE CORTE	
Orientador	ROBERTA GOMES MARÇAL VIEIRA VAZ			Vinculado à IES	UFT		
Título	Desempenho e parâmetros bioquímicos e hematológicos de frangos de corte em dietas com diferentes níveis de vitamina E nas fases inicial e crescimento						
Programa/Curso	DOUTORADO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL						
Linha de pesquisa	ALTERNATIVAS ALIMENTARES PARA NÃO RUMINANTES						
Instituição responsável pelo programa	UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS						
Data da defesa	07	08	2019	Título obtido	DOUTORA		
Área de conhecimento (Tabela do CNPq)	PRODUÇÃO ANIMAL						
Palavras-chave	antioxidante, α-tocoferol, exigências, frangos de corte, imunologia.						
Agência de fomento	CAPES						

INFORMAÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Este trabalho tem restrições?  Sim  Não  
 Gerará registro de patente?  Total  Parcial  Não  
 Pode ser publicado?  Total  Parcial\*  Não

Justifique

Em caso de publicação parcial, assinale as permissões

Sumário  Capítulos  Especifique  Bibliografia  Resultados  Páginas específicas

Especificar

Outros segmentos do trabalho

Na qualidade de titular dos direitos de autor do trabalho supracitado, de acordo com a Lei nº 9.610/98, autorizo a Universidade Federal do Tocantins, a disponibilizar sem ressarcimento dos direitos autorais, conforme permissões assinaladas acima, o documento em meio eletrônico, no Repositório Institucional e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, em formato digital PDF, para fins de leitura, impressão ou *download*, a partir desta data, em conformidade com a Resolução CONSEPE nº 05/2011.

Araguaina - TO 09 12 2019 Mayara da Cruz Ribeiro  
Local Data Assinatura do (a) autor (a) ou seu representante legal

Conforme Art. 27º da Resolução CONSEPE nº 05/2011, preencher este Termo em duas vias. Entregar na Secretaria do Programa de Pós-Graduação 01 (uma) copia da última versão do trabalho impresso aprovado pela banca e assinado pelo orientador e avaliadores e 01 (uma) copia em cd, formato pdf, acompanhado da Ata de defesa e do Termo de autorização, que será encaminhado à Biblioteca do Campus pela Secretaria do Programa de pós-graduação stricto-sensu. A Biblioteca do Campus encaminhará à Coordenação do SISBIB, na Vice-Reitoria, acompanhada dos documentos: ata de defesa e CD com documento digitalizado em pdf e o termo de autorização assinado.

✗

COMPROVANTE DE ENTREGA DE DOCUMENTO PARA PUBLICIZAÇÃO NA  
BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS (BDTD/UFT)

Campus universitário de  Data

Carimbo e assinatura