

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO**

**EFEITOS DA VITAMINA E NO DESENVOLVIMENTO
PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE MACHOS OVINOS
PANTANEIROS**

Ariadne Patricia Leonardo

**CAMPO GRANDE, MS
2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE DOUTORADO**

**EFEITOS DA VITAMINA E NO DESENVOLVIMENTO
PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE MACHOS OVINOS
PANTANEIROS**

*Effects of vitamin E on production and reproductive development
of Pantaneiros male sheep*

Ariadne Patricia Leonardo

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Inês Lenz Souza

Co-orientador: Prof. Dr. Fernando Miranda de Vargas Junior

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal

**CAMPO GRANDE, MS
2019**

Certificado de aprovação

Ariadne Patricia Leonardo

Efeitos da vitamina E no desenvolvimento produtivo e reprodutivo de machos ovinos pantaneiros

Effects of vitamin E on production and reproductive development of Pantaneiros male sheep

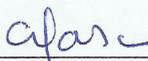
Tese apresentada à
Universidade Federal de Mato Grosso
do Sul, como requisito à obtenção do
título de Doutora em Ciência Animal.

Aprovado(a) em: 03-04-2019

BANCA EXAMINADORA:



Dra. Maria Inês Lenz Souza
Orientadora (UFMS)



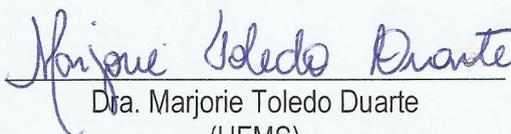
Dra. Aya Sasa
(UEMS)



Dr. José Alexandre Agiova da Costa
(EMBRAPA Gado de Corte)



Dra. Eliane Vianna da Costa e Silva
(UFMS)



Dra. Marjorie Toledo Duarte
(UFMS)

Dedicatória

A minha família, que é minha base e meu porto seguro, dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela graça da vida;

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pela oportunidade de realizar este curso;

À minha querida orientadora, professora Dr^a. Maria Inês Lenz Souza, pela orientação, paciência, ensino e amizade;

Às minhas queridas amigas, “fufis”, pela companhia durante minha jornada no doutorado e pela imprescindível ajuda durante o trabalho de campo;

Aos colegas da Universidade Federal da Grande Dourados, membros do grupo Ovinotecnia, que ajudaram de uma forma ou outra no experimento, meus sinceros agradecimentos;

Ao colega professor Alexsander (Unigran), pela colaboração no experimento, que sem ele talvez não seria possível algumas análises;

Ao professor Rui José Branquinho de Bessa- Universidade de Lisboa/ Portugal e à técnica Susana Alves, pela ajuda nas análises laboratoriais;

Ao secretário da pós-graduação Ricardo Oliveira Santos, pela amizade e estar sempre apto em me ajudar e auxiliar;

À Coordenação de Aperfeiçoamento Profissional de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa, código de financiamento 001;

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciências e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pelo financiamento de parte do experimento;

À empresa Laboratório Bravet Ltda pela doação do produto;

À toda minha família pelo apoio incondicional. Mãe, irmãs, esposo e filhos, muito obrigada!

Resumo

LEONARDO, A. P. Efeitos da vitamina E no desenvolvimento produtivo e reprodutivo de machos ovinos Pantaneiros. 2019. 111f. Tese. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande-MS, 2019.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da vitamina E (VE) intramuscular, em diferentes doses, em machos Pantaneiros, sobre suas funções produtivas (qualidade da carne) e reprodutivas (biometria e histologia testiculares, sêmen, perfis bioquímico e hematológico, concentrações plasmáticas de testosterona e marcador de estresse oxidativo). Utilizaram-se 20 carneiros com idade média de 20 meses, que sofreram restrição alimentar na fase de peridesmame, distribuídos em grupos, recebendo um total de 400 UI/4 mL de VE, semanalmente, por 56 dias consecutivos, em diferentes volumes: GC (controle/sem aplicação), G1 (uma aplicação de 4 mL), G2 (duas aplicações de 2 mL) e G3 (quatro aplicações de 1 mL). A cada 14 dias, ao longo do experimento, era realizado o andrológico e colhidas amostras de sêmen e sangue, para análises de perfis bioquímicos (colesterol total, triglicerídeos, creatinina, fosfatase alcalina, proteínas totais, albumina, globulina, ureia, alanino aminotransaminase - ALT, aspartato aminotransaminase - AST), hematológicos, concentrações de testosterona e malondialdeído e características seminais, totalizando-se cinco momentos de coleta de dados. Aos 56 dias, os animais foram abatidos, retirando-se deles os testículos para biometria testicular e o músculo *longísimus thoracis et lumborum* (LTL) para posteriores análises da carne quanto à composição química e física, peroxidação lipídica e ácidos graxos. Colesterol total, albumina, globulina e AST variaram ao longo do experimento, tendo o G2 colesterol menor, enquanto a albumina mostrou-se maior. Já os parâmetros hematológicos e as concentrações plasmáticas de malondialdeído e testosterona não foram influenciados pelo uso da VE. Dentre os parâmetros reprodutivos testados, as características seminais (turbilhão, motilidade, vigor) mantiveram-se constantes nas diferentes colheitas. No entanto, o número de células de Sertoli foi maior no G3, enquanto o número de túbulos seminíferos não variou, assim como a biometria testicular pós-abate. Em relação à qualidade da carne, os G1 e G2 apresentaram maiores teores de lipídeos, enquanto G1 e G3 tiveram valores superiores para coloração A* (intensidade de vermelho) e C* (intensidade de cor). A VE também não influenciou na peroxidação lipídica; entretanto, mostrou um efeito nos ácidos graxos saturados e insaturados, pois o G2 apresentou menores teores de C17:0 e C18:1. Conclui-se que a VE parenteral pode influenciar em alguns parâmetros bioquímicos do sangue, mas não no perfil hematológico, características seminais e testiculares, exceto no número de células de Sertoli. No geral, a dose de 400 UI nos diferentes volumes utilizados foram insuficientes para justificar sua indicação como suplemento com fins antioxidativos.

Palavras-chave: ovinos. perfil sanguíneo. qualidade de carne. tocoferol.

Abstract

LEONARDO, A. P. Effects of vitamin E on productive and reproductive development of indigenous Pantaneiro rams. 2019. 111f. Tese. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande-MS, 2019.

The objective of this study was to evaluate the effect of intramuscular vitamin E in different doses in males Pantaneiros on their productive functions (meat quality) and reproductive functions (testicular biometry and histology, semen, biochemical and hematological profiles, plasma concentrations of testosterone and marker of oxidative stress). Twenty lambs with a mean age of 20 months, who underwent food restriction in the periwean phase, were divided into groups, receiving a total of 400 IU / 4 mL of LV, weekly, for 56 consecutive days, in different volumes: GC (control / without application), G1 (one 4 mL), G2 (two 2 mL applications) and G3 (four 1 mL applications). Semen samples and blood samples were taken every 14 days for the analysis of biochemical profiles (total cholesterol, triglycerides, creatinine, alkaline phosphatase, total proteins, albumin, globulin, urea, alanine aminotransaminase - ALT, aspartate aminotransaminase - AST), hematological, testosterone and malondialdehyde concentrations and seminal characteristics, totaling 5 moments of data collection. At 56 days, the animals were slaughtered, removing the testes for testicular biometry and the longissimus thoracis et lumborum (LTL) muscle for further analysis of the meat regarding chemical and physical composition, lipid peroxidation and fatty acids. Total cholesterol, albumin, globulin and AST varied throughout the experiment, with lower G2 cholesterol, while albumin was higher. The hematological parameters and plasma concentrations of malondialdehyde and testosterone were not influenced by the use of EV. Among the reproductive parameters tested, the seminal characteristics (swirl, motility, vigor) remained constant in the different harvests. However, the number of Sertoli cells was higher in G3, while the number of seminiferous tubules did not vary, as well as the post-slaughter testicular biometry. Regarding meat quality, G1 and G2 had higher lipid contents, while G1 and G3 had higher values for A * (red intensity) and C * (color intensity). VE also did not influence lipid peroxidation; however, showed an effect on saturated and unsaturated fatty acids, since G2 presented lower levels of C17: 0 and C18: 1. It was concluded that the parenteral LV may influence some blood biochemical parameters, but not in the hematological profile, seminal and testicular characteristics, except in the number of Sertoli cells. In general, the dose of 400 IU in the different volumes used was insufficient to justify its indication as an antioxidative supplement.

Key-words: blood profile. meat quality. sheep. tocopherol

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

INTRODUÇÃO

| | |
|--|----|
| Figura 1. Estrutura química de tocoferóis e tocotrienóis..... | 15 |
| Figura 2. Metabolismo da vitamina..... | 17 |
| Capítulo 1 - Perfis sanguíneos de carneiros pantaneiros suplementados com vitamina e via parenteral | |
| Figura 1. Parâmetros bioquímicos do sangue (colesterol total – mg/dL; creatinina - g/dL; globulina – g/dL; AST – U/L) de carneiros jovens, cerca de 20 meses de idade, em confinamento, que foram influenciados ($P<0,05$) pela suplementação de vitamina E intramuscular em função do tempo..... | 70 |

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1 - Perfis sanguíneos de carneiros pantaneiros suplementados com vitamina e via parenteral

Tabela 1. Teor de nutrientes da dieta basal, conforme o volumoso ou concentrado fornecidos aos carneiros Pantaneiros (n=20), suplementados ou não com vitamina E por via parenteral.....67

Tabela 2- Parâmetros hematológicos médios dos carneiros jovens (cerca de 20 meses), em confinamento, suplementados ou não com vitamina E (α -tocoferol) por via intramuscular, nos quatro grupos experimentais, na dose total de 400 UI (100 mg/1 mL), considerando-se os momentos de aplicação (14 dias – M₁₄, 28 dias – M₂₈, 42 dias – M₄₂ e 56 dias – M₅₆), ao longo de 56 dias de experimento.68

Tabela 3. Tabela 3 - Parâmetros bioquímicos médios do sangue de carneiros jovens (cerca de 20 meses), em confinamento, suplementados ou não com vitamina E (α -tocoferol) por via parenteral, nos diferentes grupos experimentais.....69

Capítulo 2 - Qualidade da carne e alterações no perfil de ácidos graxos do lombo de carneiros pantaneiros em resposta à vitamina e parenteral

Tabela 1. Teor de nutrientes da dieta basal, conforme o volumoso ou concentrado fornecidos aos carneiros Pantaneiros (n=20), com cerca de 20 meses de idade, em confinamento, suplementados ou não com vitamina E (α -tocoferol) por via parenteral.....77

Tabela 2. Efeito da vitamina E (α -tocoferol) de uso parenteral sobre a composição química do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de carneiros Pantaneiros (n=20), com cerca de 20 meses de idade, mantidos em confinamento¹.....81

Tabela 3. Análise instrumental da carne de machos ovinos Pantaneiros inteiros, com cerca de 20 meses de idade, mantidos em confinamento, suplementados com vitamina E de uso parenteral.....82

Tabela 4. O efeito da vitamina E (α -tocoferol) de uso parenteral sobre o perfil dos ácidos graxos saturados (%) do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de carneiros Pantaneiros (n=20), com cerca de 20 meses de idade, mantidos em confinamento.....83

Tabela 5. O efeito da vitamina E (α -tocoferol) de uso parenteral sobre o perfil dos ácidos graxos insaturados (%) do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de carneiros Pantaneiros (n=20), com cerca de 20 meses de idade, mantidos em confinamento.....84 e 85

Tabela 6. Somatórios dos tipos de ácidos graxos, suas relações (%) e resultados de TBARS(mg MDA kg⁻¹ de carne) do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de carneiros Pantaneiros (n=20), com cerca de 20 meses de idade, mantidos em confinamento, sob o efeito da vitamina E (α -tocoferol) de uso parenteral.....86

Capítulo 3 - Características testiculares e seminais de carneiros pantaneiros adultos suplementados com vitamina e parenteral

Tabela 1. Teor de nutrientes da dieta basal, conforme o volumoso ou concentrado fornecidos aos carneiros Pantaneiros (n=20), com cerca de 20 meses de idade, em confinamento, suplementados ou não com vitamina E (α -tocoferol) por via parenteral.....108

Tabela 2. Características seminais de carneiros jovens ($20 \pm 2,8$ meses de idade), em confinamento, suplementados ou não com vitamina E (α -tocoferol) por via parenteral, na dose total de 400 UI (100 mg/1 mL) por semana, durante 56 dias, Dourados, MS.....108

Tabela 3. Biometria testicular de carneiros jovens abatidos ($20 \pm 2,8$ meses de idade), que tinham sido suplementados ou não com vitamina E (α -tocoferol) por via parenteral, na dose total de 400 UI (100 mg/1 mL) por semana, durante 56 dias, Dourados, MS.....109

Sumário

| | |
|--|-----|
| 1. Introdução..... | 12 |
| 2. Revisão de literatura..... | 14 |
| 2.1. Vitamina E: um pouco da história | 14 |
| 2.2. Vitamina E: estrutura química..... | 14 |
| 2.3. Vitamina E: Metabolismo..... | 16 |
| 2.4. Vitamina E: deficiência | 17 |
| 2.5. Estresse oxidativo | 18 |
| 2.6. Relação da vitamina E com a função reprodutiva..... | 20 |
| 2.7. Relação da vitamina E com a carne e ácidos graxos da carne..... | 22 |
| 3.0. A atividade reprodutiva em machos ovinos..... | 23 |
| 4.0. Perfis hormonais e bioquímicos ligados ao metabolismo e à reprodução de carneiros..... | 25 |
| 5.0. Perfil hematológico | 28 |
| 6.0. Características organolépticas da carne..... | 30 |
| Capítulo 1 - Perfis sanguíneos de carneiros pantaneiros suplementados com vitamina e parenteral..... | 47 |
| Capítulo 2 - Qualidade da carne e alterações no perfil de ácidos graxos do lombo de carneiros pantaneiros em resposta à vitamina e parenteral..... | 70 |
| Capítulo 3 - Características testiculares e seminais de carneiros pantaneiros adultos suplementados com vitamina e parenteral..... | 92 |
| Apêndices..... | 110 |

1 INTRODUÇÃO

2 Nas últimas décadas, grande importância tem sido dada aos efeitos provocados pelo
3 estresse oxidativo em diferentes tipos celulares, incluindo os espermatozoides e células
4 sanguíneas. Muitas das alterações que ocorrem no organismo podem ser causadas por
5 moléculas conhecidas como radicais livres. Essas moléculas são altamente reativas, e sua
6 reatividade se dá por possuírem elétrons desemparelhados. A formação de radicais livres *in*
7 *vivo* ocorre via ação catalítica de enzimas, durante os processos de transferência de elétrons
8 que ocorrem no metabolismo celular (fatores endógenos) e pela exposição a fatores exógenos
9 (Rao et al., 2011; Liochev, 2013). O estresse oxidativo pode levar também a um aumento da
10 lipoperoxidação (LPO), da perda por gotejamento e da descoloração da carne de cordeiros
11 (Faustman et al., 1998). Situações adversas, como o estresse em confinamento e desafios
12 nutricionais impostos aos animais com o objetivo de melhorar a conversão alimentar, fazem
13 com que o metabolismo animal se modifique para manter suas funções fisiológicas em
14 completa homeostase (Silva et al., 2014).

15 A utilização de antioxidantes na dieta de ruminantes é uma alternativa que objetiva
16 melhorar os parâmetros reprodutivos desses animais, e é feita, em sua maior parte, através de
17 suplementação oral (Maia & Bicudo, 2009). Entretanto, sabe-se que a utilização por via oral,
18 tratando-se de ruminantes, encontra um grande desafio, o metabolismo no rúmen. Parte da
19 absorção desses suplementos nos ruminantes acaba sendo prejudicado pela flora ruminal
20 (Finch & Turner, 1996; NRC, 2007), sendo necessário que, para melhor aproveitamento
21 desses compostos, o trato gastrointestinal seja evitado.

22 A vitamina E é um nutriente lipossolúvel essencial (Zuo et al., 2014), mas os
23 mamíferos não são capazes de sintetizá-la (Álvarez et al., 2014). A vitamina E, juntamente
24 com o selênio, são considerados importantes agentes antioxidantes e vêm sendo utilizados
25 para otimizar os parâmetros espermáticos de alguns reprodutores, sendo a exigência
26 necessária diária da vitamina E de 200 UI para ovinos adultos reprodutores (NRC, 2007;
27 Mahmoud et al., 2013; Ahsan et al., 2014). Xavier (2007), estudando o efeito da
28 suplementação de vitamina E e selênio em caprinos submetidos à insulação escrotal, percebeu
29 que o aporte nutricional retardou os efeitos deletérios aos testículos após 18 dias de insulação,
30 mostrando que a suplementação vitamínica e mineral também é efetiva para casos de
31 degeneração, como já referido por NRC (2007) e Cheeke & Dierenfeld (2010). A vitamina E
32 também protege os tecidos de dano oxidativo. Ela é depositada na membrana celular onde
33 protege os ácidos graxos poli-insaturados da membrana contra a oxidação, e este efeito

34 protetor da suplementação é verificado também na carne (Kasapidou et al., 2012; Berthelot et
35 al., 2014).

36 Os ovinos Pantaneiros, como são popularmente conhecidos alguns dos exemplares de
37 ovinos encontrados no Estado de Mato Grosso do Sul, apresentam fenótipos característicos,
38 adquiridos por sua adaptação ao bioma Pantanal (Gomes et al., 2007), originados através do
39 acasalamento de muitas raças ovinas trazidas por colonizadores desde o descobrimento do
40 Brasil (Mariante & Cavalcante, 2006). Essa raça é considerada autóctone, ou seja, raças que
41 passaram por muitos anos de evolução, o que lhes permitiu total adaptação ao meio ambiente
42 em suas diversidades e peculiaridades, integrando-se, assim, ao ecossistema (Brito, 2013).
43 Essas raças, normalmente, possuem menor ganho de peso ao crescimento e produção de leite
44 do que raças especializadas; todavia, quando se leva em consideração caracteres de
45 sobrevivência, fertilidade e longevidade, elas tendem a mostrar um desempenho melhor
46 (Henson, 1992).

47 Estes animais Pantaneiros se aproximam, fenotipicamente, das raças lanadas do Sul e
48 deslanadas do Nordeste, o que sugere serem linhagens evolutivas, ou raça, distinta dos ovinos
49 já descritos no Brasil (Gomes et al., 2007). São animais bastante rústicos e adaptados às
50 condições climáticas, de solo e de pastagens Sul-Mato-Grossenses. Suas características
51 produtivas e reprodutivas vêm sendo gradativamente estudadas; entretanto, ainda pouco se
52 conhece sobre os seus padrões hematológicos e seminais, especialmente em condições
53 restritas de crescimento frente aos efeitos das variações climáticas na alimentação, como secas
54 intensas por falta de chuva ou frio rigoroso, ocasionando baixa oferta de pastagem natural nas
55 diferentes fases da cadeia produtiva do rebanho (cordeiros, ovelhas prenhes e machos
56 reprodutores).

57 O manejo efetivo para reprodução e o conhecimento reprodutivo de uma determinada
58 raça é essencial para a produtividade de rebanhos ovinos, tendo-se em conta uma visão da
59 população envolvida no custo de produção, especialmente quando da definição de
60 características intrínsecas a um grupo racial local, como o Pantaneiro. Tendo em vista estas
61 informações, a utilização de antioxidantes como a vitamina E, por via parenteral, para ovinos
62 Pantaneiros, pelo seu fácil manuseio e manejo a campo, em um determinado período e dose,
63 pode vir a contribuir com a eficiência produtiva e reprodutiva de machos ovinos, melhorando
64 as características relacionadas a elas.

65 O objetivo dessa tese foi de avaliar a influência da suplementação parenteral com
66 vitamina E (400 UI) em diferentes volumes e frequências de aplicação sobre as funções
67 produtivas e reprodutivas (biometria e histologia testiculares, sêmen, perfil bioquímico,

68 concentrações hormonais, marcadores de estresse oxidativo) e a qualidade da carne em
69 machos ovinos Pantaneiros adultos que sofreram restrição alimentar no período peridesmame.

70 **2.0. REVISÃO DE LITERATURA**

71 **2.1. Vitamina E: um pouco da história**

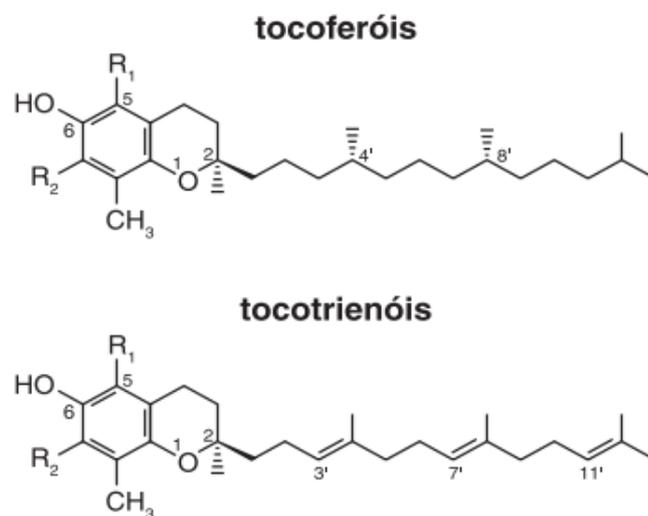
72 Antigamente, os cientistas, para descobrir o exato benefício que um alimento em
73 particular poderia fornecer, simulavam condições de deficiência de nutrientes em animais.
74 Esses experimentos consistiam em alimentar os animais com um determinado tipo de
75 alimento por um longo período de tempo. Em todas as situações, os animais apresentavam
76 saúde debilitada, alguns ficavam seriamente doentes e outros, inclusive, morriam. Os que
77 ficavam doentes iam sendo suplementados com vários nutrientes, até se tornarem saudáveis
78 novamente. O bioquímico britânico Sir Frederick Gowland Hopkins, prêmio Nobel de
79 Química, por volta de 1900, concluiu, através de suas pesquisas, que o corpo humano, para
80 sobreviver, necessitava de uma determinada quantidade de substâncias específicas. Já o
81 bioquímico polonês Kazimierz Funk, em 1912, realizando um experimento com arroz,
82 conduziu à primeira formulação do conceito de vitaminas. Somente após três décadas dessas
83 descobertas, é que os químicos começaram a sintetizar as vitaminas que hoje estão
84 disponíveis no mercado. Dentre as várias classes conhecidas, a vitamina E tem sido descrita
85 como a vitamina da fertilidade, segundo observações científicas em animais. Em 1922,
86 Herbert McLean Evans (1882-1971) e Katharine J. Scott Bishop (1889-1976) observaram que
87 a ausência de um fator alimentício lipossolúvel na dieta, presente nas folhas verdes e sementes
88 de trigo, resultava, na rata gestante, em reabsorção embrionária ou morte fetal, enquanto a
89 ovulação e a concepção continuavam a ocorrer normalmente. A deficiência de vitamina E em
90 ratos machos resultou em alteração do epitélio seminífero. A vitamina E, também recebe o
91 nome de tocoferol, das palavras gregas *tocos*, que significa *nascimento*, e *pherein*, que
92 significa *transportar* (Cheeke & Dierenfeld, 2010). Em 1936, as primeiras formulações de
93 vitamina E foram obtidas pela extração do óleo de germen de trigo, por H. Evans e sua
94 equipe. A síntese foi realizada posteriormente, em 1938, pelo químico suíço Paul Karrer
95 (Aditivosingredientes, 2010).

96 **2.2. Vitamina E: estrutura química**

97 A designação vitamina E é utilizada para uma família de oito moléculas de estrutura
98 semelhante. Estas substâncias pertencem a dois grupos de compostos, os tocoferóis e os
99 tocotrienóis. O primeiro grupo é derivado do tocol e apresenta uma cadeia lateral saturada
100 contendo 16 átomos de carbono, que inclui quatro dos oito compostos, sendo eles o α -

101 tocoferol, β -tocoferol, γ -tocoferol e o δ -tocoferol (Nelson & Cox, 2011; Jiang, 2014). A
 102 diferença entre estas moléculas reside na quantidade de grupos metil que substituem o anel
 103 aromático do tocol. Os quatro tocoferóis consistem de um anel cromanol, com padrões
 104 diferentes de substituição de grupos metil nas posições 5, 7 e 8 do grupo principal (α , β , δ , γ),
 105 e uma cadeia lateral fitil com 16 carbonos saturados. Os tocoferóis possuem três centros
 106 quirais nos carbonos 2, 4' e 8', e os isômeros de ocorrência natural tem a configuração R nas
 107 três posições. Os outros quatro compostos são os tocotrienóis, que possuem o mesmo padrão
 108 de substituição no anel cromanol, com uma cadeia lateral isoprenoide com 16 carbonos
 109 insaturados e ligações duplas nas posições 3', 7' e 11', como demonstrado na Figura 1
 110 (Schneider, 2005; Cheeke & Dierenfeld, 2010; Rao et al., 2011).

111



112

113

Figura 1. Estrutura química de tocoferóis e tocotrienóis.

114

Fonte: Adaptado de Ângelo & Jorge (2007)

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

Sua principal atividade fisiológica é a ação antioxidante, sendo o α -tocoferol a
 isoforma com maior atividade (Traber & Packer, 1995; Jiang, 2014). De forma abundante, a
 vitamina E está presente nas membranas biológicas, onde exerce a função de proteção aos
 ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) da LPO, contribuindo, assim, para a manutenção da
 integridade e estabilidade de estruturas celulares (Vannucchi et al., 1997; Vannucchi et al.,
 1999; Nelson & Cox, 2011). O α -tocoferol reage com radicais peroxila e hidroxila, impedindo
 a propagação das reações em cadeia induzidas pelos radicais livres (Traber, 1997; Jiang,
 2014).

125 2.3. Vitamina E: Metabolismo

126 De todos os tocoferóis e tocotrienóis encontrados nos alimentos, o α -tocoferol é a
127 principal molécula absorvida que supre as necessidades de vitamina E (Jiang, 2014). Após sua
128 absorção, ele é secretado pelo intestino em quilomícrons, e os remanescentes de quilomícron
129 são capturados pelo fígado, que secreta o α -tocoferol em VLDL (lipoproteínas de muita baixa
130 densidade) (Traber et al., 1988; Jiang, 2014). O metabolismo das VLDL resulta na
131 incorporação do α -tocoferol pelas LDL (lipoproteínas de baixa densidade) e HDL
132 (lipoproteínas de alta densidade) (Traber et al., 1992; Kayden & Traber, 1993). O mecanismo
133 de ação de vitaminas lipossolúveis é dependente da formação de micelas para transporte
134 através das membranas intestinais, onde as vitaminas são incorporadas em lipoproteínas e
135 secretadas na linfa intestinal para distribuição por outros tecidos (Álvarez et al., 2014).
136 Quando se trata do tipo de suplementação, a resposta da vitamina E depende da forma como
137 foi administrada ao animal (sintética ou natural), da composição e dos ingredientes da dieta
138 basal, especialmente na parte de concentrados (se predomínio de carboidratos ou de
139 gorduras), pois uma maior concentração plasmática da mesma pode indicar uma perda
140 reduzida no rúmen ou uma alta taxa de hidrólise e absorção dos ésteres de vitamina E
141 suplementados (Berthelot et al., 2014).

142 Todos os tipos de vitamina E encontrados apresentam funções antioxidantes similares
143 (doação de átomos H^+ dentro de uma ordem de magnitude), mas os não- α -tocoferóis são
144 pouco reconhecidos pela proteína transportadora de α -tocoferol (α -TTP). Sendo assim, a α -
145 TTP é responsável pela manutenção das concentrações de α -tocoferol plasmáticas (Traber et
146 al., 1990; Zuo et al., 2014) e teciduais, pois ela é necessária para transportar tocoferóis do
147 lisossoma para a membrana plasmática antes da secreção de vitamina E dos hepatócitos
148 (Jiang, 2014). Na falta dessa proteína, a via usual desse composto resulta no acúmulo
149 lisossomal de α -tocoferol e na sua excreção, em vez da secreção do mesmo no plasma (Traber
150 et al., 1993). Os diferentes tipos de vitamina E são oxidados pelas enzimas citocromo P450
151 (CYP) (Brigelius-Flohe & Traber, 1999), e eliminados, na maior parte, na bile, por via fecal,
152 como tocoferil-hidroquinona conjugado com ácido glucurônico. Somente cerca de 1% é
153 excretado na urina como ácido tocoferônico, também conjugado (Kiyose et al., 2001; Jiang,
154 2014), como visto na Figura 2. O gene para a α -TTP é expresso no fígado, coração, baço,
155 pulmões, músculo *longissimus* e músculos glúteos (Zuo et al., 2014).

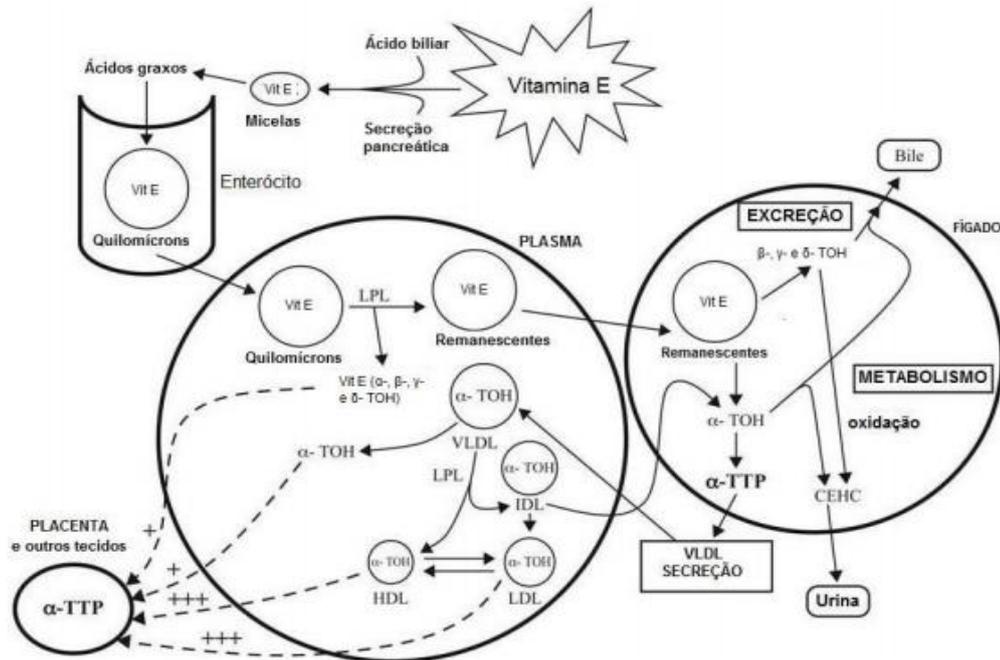


Figura 2. Metabolismo da vitamina E.
Fonte: Adaptado de Gagné et al. (2008)

A vitamina E é um nutriente lipossolúvel essencial, absorvido pelo intestino, que circula no corpo com lipoproteínas plasmáticas (Zuo et al., 2014), e se associa com as membranas celulares, os depósitos de lipídeos e as lipoproteínas no sangue (Nelson & Cox, 2011). Os tocoferóis e tocotrienóis são amplamente distribuídos em plantas, ocorrendo principalmente como álcoois livres em frações lipídicas de folhas verdes e sementes (NRC, 2007). No entanto, os mamíferos não são capazes de sintetizar vitamina E, principalmente na forma de α -tocoferol, devendo recebê-la na alimentação (Álvarez et al., 2014) ou por via parenteral.

Em sua forma α -tocoferol, a vitamina E exerce papel fundamental em processos envolvendo fusão de membrana, na liberação de compostos pré-formados de vesículas, liberação de neurotransmissores no sistema nervoso central, adesão celular, endocitose, reciclagem de vesículas, fagocitose e fusão de células e organelas (Xu et al., 2016). A revisão do NRC (2007) enfatiza a importância da vitamina E na resposta imune, quando macrófagos e neutrófilos produzem grandes quantidades de ânion superóxido (O_2^-) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) a partir de moléculas de oxigênio, para destruir os micro-organismos, e também no estímulo da função linfocitária (Cheeke & Dierenfeld, 2010).

2.4. Vitamina E: deficiência

Segundo Sauberlich (1999) e Cozzolino (2009), as concentrações de tocoferol podem ser medidas de diferentes formas, como pelo grau de hemólise *in vitro* dos eritrócitos, pela

178 concentração de tocoferol no plasma, soro, eritrócitos, linfócitos ou plaquetas, e pelas
179 medidas de produtos originados da LPO.

180 Baixos níveis de vitamina E no plasma podem ocorrer em condições clínicas agudas,
181 como traumas, sepse e processos inflamatórios (Asakura, 2006), e em situações de animais
182 alimentados com dietas carentes nesta substância, inclusive em fêmeas gestantes, refletindo-se
183 na transferência placentária e no colostro e leite (NRC, 2007). A deficiência de vitamina E
184 induz à LPO em diferentes condições clínicas, como nefrectomia, processos inflamatórios e
185 estresses agudos (Cordeiro et al., 2002).

186 O recém-nascido é mais vulnerável à deficiência de vitamina E, devido às suas
187 reduzidas reservas corporais e pobre digestão, pois apresenta deterioração da absorção e
188 diminuição do transporte sanguíneo pela baixa concentração de LDL no feto e no neonato
189 (Sokol, 1993). Em termos reprodutivos, a atrofia testicular e a degeneração do epitélio
190 germinal dos túbulos seminíferos são, também, resultados frequentes da deficiência de
191 vitamina E (Wilson et al., 2003), assim como a reabsorção embrionária e a retenção de
192 placenta (NRC, 2007; Cheeke & Dierenfeld, 2010; Jovanovic et al., 2013).

193 Outras consequências da deficiência de vitamina E, relacionadas ao estresse oxidativo
194 resultante, incluem distrofia muscular, necrose hepática (com alteração na capacidade
195 sintética do fígado), degeneração nervosa e hemólise (Pugh, 2004; NRC, 2007; Cheeke &
196 Dierenfeld, 2010).

197 **2.5. Estresse oxidativo**

198 A presença dos radicais livres é crítica para a manutenção de muitas funções
199 fisiológicas normais (Dias et al., 2010; Doshi et al., 2012; Agarwal et al., 2014). As células
200 reduzem o oxigênio e geram ATP na mitocôndria, com liberação de radicais livres neste
201 processo (Rao et al., 2011). Radicais livres são agentes altamente reativos, contendo ao menos
202 um elétron desemparelhado em sua molécula, e são pró-oxidantes normais em organismos
203 aeróbicos (Ferreira & Matsubara, 1997; Zhong & Zhou, 2013). Em sistemas biológicos, a
204 oxidação (perda de elétrons) ou a redução (aceitação de elétrons) são as duas maiores formas
205 para desenvolvimento de radicais livres (Norberg & Arnér, 2001; Rao et al., 2011).

206 Os radicais livres também exercem um papel fundamental no sistema imunológico,
207 apresentando ação bactericida, fungicida, virótica, formando uma potente barreira de defesa
208 do organismo frente à presença de micro-organismos (Rahman, 2007). Além disso, participam
209 na fagocitose, regulação do crescimento celular, sinalização intercelular e síntese de
210 substâncias biológicas importantes. No entanto, seu excesso acarreta efeitos prejudiciais, tais
211 como a LPO de membranas e oxidação de proteínas (Rao et al., 2011; Silva et al., 2011). O

212 desequilíbrio entre moléculas oxidantes e antioxidantes, que resulta na indução de danos
213 celulares, gera o estresse oxidativo (Agarwal et al., 2014). O estresse oxidativo ocorre como
214 consequência da excessiva produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) e sistemas de
215 defesa oxidativa enfraquecidos (Andrade et al., 2010; Agarwal et al., 2014).

216 ROS e espécies reativas de nitrogênio (RNS) são geradas e metabolizadas por todos os
217 sistemas biológicos aeróbicos, que necessitam do oxigênio para seu funcionamento normal
218 (Rao et al., 2011; Doshi et al., 2012). Contudo, quantidades excessivas de ROS são nocivas às
219 suas funções e/ou à sua sobrevivência (Norberg & Arnér, 2001; Maia, 2002; Maia & Bicudo,
220 2009; Luz et al., 2011). Portanto, o funcionamento ideal do sistema aeróbico depende de um
221 equilíbrio gerado entre as quantidades de ROS produzidas e removidas pelo sistema
222 antioxidante celular (Maia & Bicudo, 2009; Andrade et al., 2010). O estresse oxidativo é,
223 inclusive, desencadeado por fatores ambientais, podendo ter efeitos antigonadotróficos e
224 antiesteroidogênicos (Agarwal et al., 2014; Kumar et al., 2015).

225 Como forma de proteção contra as ROS, a célula possui um sistema de defesa
226 antioxidante. Antioxidantes são substâncias ou moléculas enzimáticas e não enzimáticas
227 capazes de prevenir, interceptar ou reparar a ação dos oxidantes, convertendo-os em água,
228 protegendo as células e o organismo dos efeitos nocivos ocasionados pela superprodução de
229 ROS (Norberg & Arnér, 2001; Andrade et al., 2010; Luz et al., 2011). Substâncias como os
230 antioxidantes têm capacidade de atrasar ou inibir as lesões causadas pelos radicais livres, e
231 suas concentrações podem aumentar devido à maior geração intracelular ou pela deficiência
232 dos mecanismos antioxidantes, como uma estratégia de defesa do organismo contra o
233 potencial destruidor dos radicais livres (Ferreira & Matsubara, 1997; Rao et al., 2011).

234 Os antioxidantes enzimáticos são, também, denominados de agentes naturais, sendo a
235 primeira linha de defesa a atuar no organismo, reduzindo o excesso de ROS e prevenindo
236 danos à estrutura celular, como a superóxido dismutase (SOD), a catalase (CAT) e a
237 glutationaperoxidase (GPx) (Andrade et al., 2010; Luz et al., 2011). Já os antioxidantes não
238 enzimáticos, conhecidos como compostos de baixo peso molecular, incluem vitamina C,
239 vitamina A, α -tocoferol (α -TOH) ou vitamina E, ácido α -lipoico, ácido úrico, zinco, taurina,
240 hipotaurina, coenzima Q10 e melatonina (Agarwal et al., 2008; Andrade et al., 2010; Caroch
241 & Ferreira, 2013; Zhong & Zhou, 2013).

242 Os efeitos provocados pelo estresse oxidativo em diferentes tipos celulares, incluindo
243 os espermatozoides, vêm sendo estudados. Algumas substâncias presentes no plasma seminal,
244 quando em desequilíbrio, podem causar danos às células espermáticas e, assim, prejudicar a

245 fertilidade ou, até mesmo, o início da puberdade ou maturação sexual, através do estresse
246 oxidativo (Maia & Bicudo, 2009; Câmara et al., 2011).

247 O espermatozoide ovino, por conter alta concentração de ácidos graxos poli-
248 insaturados (PUFAs) em sua membrana plasmática, é extremamente sensível aos efeitos
249 nocivos das ROS, através da LPO, resultando em perda de motilidade e viabilidade
250 espermáticas (Kaya et al., 2001; Luz et al., 2011), podendo, assim, comprometer a fertilidade.
251 A LPO resulta na formação de hidroperóxidos lipídicos e aldeídos citotóxicos, tais como o
252 malondialdeído (MDA), 4-hidroxyononal e isoprostanos (Lima & Abdalla, 2001; Norberg &
253 Arnér, 2001), que alteram a estrutura, permeabilidade e fluidez da membrana, influenciando a
254 fertilidade (Maia & Bicudo, 2009; Yue et al., 2010; Câmara et al., 2011). Este processo pode
255 ser avaliado e utilizado como indicador do estresse oxidativo celular, através dos produtos por
256 ele gerados, com a detecção de espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs), neste caso,
257 o MDA (Lima & Abdalla, 2001; Maia & Bicudo, 2009; Yue et al., 2010) e os nitritos,
258 originados do metabolismo de óxido nítrico (NO). O NO é importante na modulação da
259 função reprodutiva masculina, tanto na espermatogênese quanto na esteroidogênese, entre
260 outras (Hong et al., 2010; Doshi et al., 2012).

261 **2.6 Relação da vitamina E com a função reprodutiva**

262 O estresse oxidativo tem papel fundamental na fisiologia reprodutiva normal,
263 auxiliando a adaptação e regulação da transdução de sinalização intracelular (Yoshikawa &
264 Naito, 2008). A fertilidade dos machos é bastante influenciada pelo estresse oxidativo
265 (Agarwal & Prabakaran, 2005), e um baixo desempenho dos espermatozoides pode ser
266 provocado pela LPO, ocasionada por esse tipo de estresse (Arabi & Seidaie, 2008). O tecido
267 testicular, em geral, torna-se um dos alvos do estresse oxidativo devido ao alto conteúdo de
268 PUFAs, os lipídios de membrana (Mishra & Acharya, 2004). Em humanos, Pasqualotto et al.
269 (2000) relataram uma associação entre altos níveis de ROS no sêmen com uma expressiva
270 redução da contagem de espermatozoides e na sua motilidade.

271 A defesa antioxidante, seja ela por enzimas ou não, tem como objetivo proteger as
272 células do desequilíbrio dos agentes oxidantes (Halliwell & Gutteridge, 2015). A vitamina E
273 inibe a LPO das membranas e os danos gerados por ela aos diferentes tecidos, inclusive os
274 reprodutivos (Hong et al., 2009; Hong et al., 2010; Yue et al., 2010; Wei et al., 2016; Xu et
275 al., 2016), primeiramente por inibir a reação formadora de hidroperóxidos de lipídeos
276 (LOOH) a partir dos radicais peroxil (LOO^\cdot) que, por sua vez, são gerados desde o peróxido
277 de hidrogênio (H_2O_2). Como o LOO^\cdot é acumulado rapidamente e em altas concentrações, o

278 fato da vitamina E se ligar rápida e facilmente a este radical, impedindo a continuação da
279 cadeia da LPO, torna-a um fator antioxidante importante para a célula, “quebrando a corrente”
280 da LPO, protegendo os espermatozoides contra danos oxidativos do DNA e da membrana
281 (Sikka, 2004; Hong et al., 2010; Yue et al., 2010).

282 É conhecido que a vitamina E atua em sinergismo com o selênio, especialmente nas
283 ações antioxidantes (NRC, 2007; Mahmoud et al., 2013; Ahsan et al., 2014), melhorando a
284 performance reprodutiva de carneiros tratados com vitamina E e selênio, em termos de
285 tamanho testicular, qualidade seminal, concentrações de testosterona, libido e níveis da
286 enzima glutathione redutase (Mahmoud et al., 2013). Além de ser reconhecida como
287 importante no sistema antioxidante do organismo, a vitamina E exerce outras funções
288 biológicas não relacionadas a esta capacidade (NRC, 2007; Cheeke & Dierenfeld, 2010;
289 Ahsan et al., 2014; Xu et al., 2016), como regular a atividade de transcrição e translação de
290 genes dependentes da enzima fosfoquinase C, inclusive na síntese de hormônios esteroides
291 (Xu et al., 2016).

292 Para garantir a produção efetiva de hormônios pelas células de Leydig e, assim, a
293 espermatogênese completa, os testículos contam com um conjunto de enzimas antioxidantes
294 eliminadoras de radicais livres. Este sistema protege as células testiculares de uma possível
295 LPO, sendo este fator uma das principais causas da baixa funcionalidade dos testículos
296 (Aitken & Roman, 2008). Em cabritos suplementados por Hong et al. (2009) com vitamina E
297 na dieta por cinco meses, observou-se que, desde os três meses de idade, houve um aumento
298 significativo na densidade numérica e no diâmetro de túbulos seminíferos e epididimais, no
299 número de células espermatogênicas e na sua habilidade, ainda que sem afetar o peso
300 testicular, especialmente com doses de 80 e 320 UI/animal/dia, refletindo-se em melhor
301 desenvolvimento dos órgãos reprodutivos destes animais. Naziroglu et al. (2003), estudando o
302 efeito da suplementação de vitamina E em ratos diabéticos, relatou uma proteção significativa
303 nos testículos contra danos oxidativos. Nos testículos, essa vitamina pode afetar a expressão
304 de receptores e fatores de transcrição em numerosas vias intracelulares, além de regular a
305 expressão de genes relacionados ao metabolismo (Xu et al., 2016). Segundo Yue et al. (2010)
306 e Xu et al. (2016), esta vitamina engrandece os mecanismos de defesa antioxidantes nos
307 testículos, removendo o excesso de radicais livres, por aumentar a expressão gênica de
308 enzimas antioxidantes e fatores ligados aos seus mecanismos de ação, fatos já referidos em
309 outros locais do organismo por NRC (2007) e Nelson & Cox (2011).

310 Lin et al. (2005) relataram que deficiências alimentares de vitamina E em machos em
311 crescimento causam degeneração das espermatogônias, resultando em baixas concentrações

312 de espermatozoides. Alguns estudos com vitamina E relataram aumento na produção total de
313 espermatozoides e na sua concentração em diferentes espécies (Brzezinska-Slebodzinska et
314 al., 1995; Yousef et al., 2003; Luo et al., 2004; Yue et al., 2010).

315 **2.7 Relação da vitamina E com a carne e ácidos graxos da carne**

316 É conhecido que a quantidade, o tipo de gordura ingerida e seus ácidos graxos (AGs)
317 modulam metabolismo, fisiologia e resposta imune em seres humanos e animais e, portanto,
318 mudanças na ingestão desses AGs alteram o risco de várias doenças crônicas, particularmente
319 de doenças cardiovasculares (FAO, 2010). Neste contexto, as gorduras comestíveis de
320 ruminantes não parecem saudáveis, principalmente devido ao seu alto conteúdo em gordura
321 saturada, reduzido em n-3 poli-insaturados e variável em AG-trans (Bessa et al., 2015).

322 A suplementação dietética com vitamina E, além de aumentar os níveis de α -tocoferol
323 no plasma, também incrementa as concentrações desta vitamina nos músculos e na gordura,
324 neutralizando parcialmente a LPO (Kasapidou et al., 2012). Por ser um importante
325 antioxidante que protege os tecidos de danos oxidativos, ao ser depositado na membrana
326 celular, impede a LPO dos PUFAs da membrana (Kasapidou et al., 2009). Demirel et al.
327 (2004) relataram que dietas com alta suplementação de vitamina E proporcionaram proteção
328 adicional contra a LPO, aumentando a quantidade de PUFAs e diminuindo o conteúdo de
329 AGs saturados monoenoicos no músculo, fígado e tecido adiposo. De forma similar, Morel et
330 al. (2006) verificaram que a dieta com vitamina E pode reduzir a LPO na carne suína e nos
331 produtos de carne suína processada. Também foi relatado que a vitamina E, além de
332 estabilizar os PUFAs, foi um dos principais determinantes da qualidade da carne, quanto às
333 características instrumentais (coloração), particularmente em ruminantes (Wood et al., 2008;
334 Cheeke & Dierenfeld, 2010). Pompeu et al. (2018), trabalhando com suplementação de
335 vitamina E em frangos, aumentaram o conteúdo desta vitamina no músculo, diminuíram a
336 LPO, mas não alteraram a concentração de PUFAs.

337 Liu et al. (2013) suplementaram cordeiros com vitamina E, encontrando que o
338 conteúdo dela no músculo aumentou significativamente, de forma mais intensa nos animais
339 recebendo 200 UI/dia, reduzindo o conteúdo de AGs monossaturados e aumentando os AGs
340 mono-insaturados (MUFAs) e os AGs conjugados (CLA).

341 A suplementação oral de cordeiros com vitamina E, por Berthelot et al. (2014),
342 aumentou as concentrações plasmáticas de α -tocoferol, mas sem modificar a composição de
343 AGs, como PUFAs n-3 e n-6, nem a performance de crescimento dos animais ou os
344 parâmetros de abate. O mecanismo de transformação da vitamina E dietética em vitamina E
345 muscular é influenciado por vários fatores, incluindo a concentração na dieta, o tipo de

346 músculo, e o tipo de vitamina E a ser usada (Liu et al.,1995). Ponnamplam et al. (2012) e
347 Suman et al. (2014), avaliando a carne de cordeiros suplementados com vitamina E e selênio,
348 encontraram estabilidade na cor da carne, LPO reduzida e diminuição na perda por
349 gotejamento. A vitamina E tem demonstrado atrasar a conversão de oximioglobina em
350 metamioglobina e, assim, aumentar a vida de prateleira da carne de cordeiro (Ripoll et al.,
351 2013). Neste mesmo sentido, Guerra-Rivas et al. (2016) verificaram que a suplementação de
352 cordeiros com vitamina E reduziu a descoloração da carne e a LPO, e preveniu a deterioração
353 sensorial da mesma.

354 Características da qualidade da carne, tais como cor e sabor, influenciam
355 drasticamente as suas propriedades sensoriais e são afetadas, diretamente, por processos
356 oxidativos (Embuscado, 2015). Segundo Pisoschi & Pop (2015), a lipoperoxidação tem
357 propriedades que destroem a estrutura da membrana, e perturbam os processos de transporte,
358 causando perdas na função das organelas celulares. Em consequência, lipídeos, pigmentos,
359 proteínas, carboidratos, vitaminas e a qualidade geral da carne são afetados, com resultados
360 indesejáveis de sabores desagradáveis, descoloração (desbotamento, escurecimento ou
361 degradação) e perdas nutritivas (Embuscado, 2015).

362 **3.0. A atividade reprodutiva em machos ovinos**

363 A atividade reprodutiva começa com o início da puberdade, influenciando o ciclo de
364 produção animal. Para a expressão máxima da capacidade reprodutiva, é necessário que o
365 macho atinja a maturidade sexual (González & Silva, 2006; Delgado, 2008; Gouletsou &
366 Fthenakis, 2010), fase na qual o animal apresenta instinto sexual (libido), capacidade de
367 monta e características seminais condizentes com reprodução plena (Hafez & Hafez, 2004;
368 Pugh, 2004). Fatores relacionados ao próprio animal, como raça, idade, peso corporal e
369 características testiculares (Maia, 2002; Gouletsou & Fthenakis, 2010), assim como variações
370 climáticas e tipo de alimento fornecido ao longo de sua criação e manutenção, podem
371 influenciar as características reprodutivas, acelerando ou retardando a entrada na puberdade e
372 a maturidade sexual (Emsen, 2005; Blache et al., 2008), bem como as respostas reprodutiva e
373 produtiva na vida adulta. Animais que recebem uma dieta pobre ou carente de algumas
374 substâncias, em qualquer fase da vida, podem ter sua fertilidade comprometida, assim como o
375 seu potencial produtivo (NRC, 2007).

376 Nos machos, os primeiros sinais de atividade reprodutiva associam-se a um
377 incremento na secreção de testosterona, na espermatogênese e no comportamento sexual. O
378 tamanho testicular aumenta, de acordo com a raça, quando os cordeiros atingem média de 8-
379 10 semanas de idade e peso corporal médio de 16-20 kg, coincidindo com o aparecimento de

380 espermatócitos primários e crescimento dos túbulos seminíferos (Delgadillo, 2008). Santos et
381 al. (2016), estudando cordeiros Pantaneiros com idade de aproximadamente 184 dias,
382 suplementados com glicerina bruta, obtiveram média de 28,6 cm de perímetro escrotal e 165
383 mL de volume para o testículo esquerdo, e verificaram proliferação de células do epitélio
384 germinativo em desenvolvimento e produção espermática, indicativos de início da puberdade
385 nestes animais. Oliveira et al. (2014), caracterizando cordeiros Pantaneiros com cronologia
386 dentária “dente de leite”, obtiveram peso médio de 29,5 kg, considerando-os jovens e em
387 início de puberdade, assim com Santos et al. (2016).

388 O crescimento e a regressão testiculares em carneiros estão diretamente
389 correlacionados com modificações no peso corporal e na secreção de hormônios metabólicos,
390 como hormônio do crescimento (GH), insulina e fator de crescimento semelhante à insulina-1
391 (IGF-1; Blache et al., 2000). Carmona (2011), mensurando carneiros Pantaneiros com idades
392 entre 13 e 37 meses e pesos entre 38 ($\pm 8,2$) e 62,5 kg ($\pm 1,4$), em condições naturais,
393 encontrou valores para a circunferência escrotal de 23 (mínimo) a 37 cm (máximo).
394 Restrições na nutrição durante as primeiras semanas de vida, pré-desmame, tem
395 consequências de longo prazo sobre a performance reprodutiva na idade adulta (Blache et al.,
396 2008).

397 As variações na qualidade seminal que ocorrem ao longo do ano parecem ser devidas à
398 influência do fotoperíodo e de outros fatores do meio ambiente, os quais ocasionam
399 modificações nos níveis circulantes de gonadotrofinas (FSH, LH) e testosterona, na conduta
400 reprodutiva do macho (libido), no diâmetro testicular e epididimário e na sensibilidade à ação
401 da testosterona (Hafez & Hafez, 2004; Delgadillo, 2008). Existem correlações fortes e diretas
402 entre plano de nutrição, massa testicular e número de espermatozoides por ejaculado, para
403 pequenos ruminantes (Blache et al., 2008; Martin et al., 2010). Fumagalli (2017), estudando
404 carneiros Pantaneiros na estação chuvosa, criados a pasto, com cerca de 30 meses de idade e
405 peso corporal de $55 \pm 7,91$ kg, encontrou volume ejaculado de $1,60 \pm 0,4$ mL e concentração
406 espermática de $140,13 \pm 49,76 \times 10^9$ espermatozoides/mL. Já na estação seca, esses mesmos
407 animais apresentaram peso corporal de $46,93 \pm 7,28$ kg, volume ejaculado de $0,89 \pm 0,53$ mL e
408 concentração espermática de $101,60 \pm 55,96 \times 10^9$ espermatozoides/mL. Já Monreal et al.
409 (2012), estudando o sêmen de carneiros nativos do Mato Grosso do Sul com idade
410 aproximada de 12 meses, verificaram valores de 76% de motilidade progressiva e vigor
411 espermático 4.

412 O ambiente social no qual os machos são criados parece influenciar alguns aspectos de
413 seu comportamento reprodutivo, especialmente em carneiros pré-púberes, o que afetará a sua

414 capacidade de serviço na vida adulta, ainda que sem influência sobre qualidade seminal e
415 concentrações de testosterona, mas sim na sensibilidade a este esteroide (Ungerfeld &
416 Lacuesta, 2010).

417 **4.0. Perfis hormonais e bioquímicos ligados ao metabolismo e à reprodução de** 418 **carneiros**

419 A composição bioquímica do sangue reflete o equilíbrio entre o ingresso, o egresso e a
420 metabolização dos nutrientes (Silva et al., 2014). Um dos maiores reguladores da função
421 reprodutiva é o estado metabólico do animal, ou seja, a disponibilidade de nutrientes e energia
422 aos tecidos em um dado momento (Blache et al., 2006; Blache & Martin, 2009). O estado
423 metabólico depende da massa de alimento consumido, das reservas corporais e da taxa de
424 gasto de energia, com modificações em qualquer um destes fatores podendo influenciar a
425 capacidade reprodutiva (Blache et al., 2006).

426 Alguns hormônios e metabólitos bioquímicos sanguíneos (insulina, glicose, ácidos
427 graxos voláteis e certos aminoácidos) atuam como sinais metabólicos humorais que modulam
428 a secreção de gonadotrofinas e de GnRH, enquanto a leptina age como um indicador de longo
429 prazo do balanço das reservas energéticas (Blache et al., 2000; Blache et al., 2006; Quintero
430 & Ruíz-Cortez, 2008). Uma forma de se avaliar o status nutricional de um rebanho é através
431 da determinação de alguns metabólitos sanguíneos (Peixoto & Osório, 2007; Fernandes et al.,
432 2012).

433 Vários fatores internos e externos podem influenciar os parâmetros hematológicos e
434 bioquímicos, o que impacta na aplicação destas variáveis para inferir sobre a performance
435 produtiva dos animais (Bourgon et al., 2017). Os hormônios tireoideanos, por exemplo, são
436 considerados indicadores do status metabólico e nutricional dos animais (Todini, 2007).

437 O perfil energético do sangue inclui colesterol total, suas frações HDL e LDL e
438 triglicerídeos, e fornecem base para avaliação do balanço energético, indicando o grau de
439 deposição e de mobilização das reservas de energia na forma de gordura (Hossner, 2005;
440 Fernandes et al., 2012). A mobilização de lipídeos e o estresse oxidativo são parte de uma
441 complexa adaptação metabólica às demandas do animal (Miloud & Karima, 2015), pois a
442 biossíntese do colesterol em acetato é um processo com alto gasto energético (Bourgon et al.,
443 2017). Os níveis de colesterol total plasmático são indicadores adequados do total de lipídeos
444 no plasma, pois correspondem a, aproximadamente, 30% do total e tem uma relação direta
445 com a alimentação do animal (Villa et al., 2009). Segundo Freitas Júnior et al. (2010), o
446 aumento na concentração de colesterol total no sangue ocorre em razão da elevação da demanda
447 necessária para digestão, absorção e transporte de ácidos graxos de cadeia longa ingeridos, na

448 forma de colesterol e lipoproteínas (Fernandes et al., 2012). Por outro lado, para Villa et al.
449 (2009), as concentrações séricas de colesterol total e/ou lipoproteínas refletem o balanço de
450 um momento mais próximo à avaliação sérica, ou seja, a alimentação recebida recentemente,
451 ao contrário do escore de condição corporal (ECC), que reflete o balanço de energia no
452 tempo. Quando a dieta é pobre em energia ou o animal está sujeito ao estresse, ocorre a
453 mobilização dos estoques de gordura, pela ação do cortisol, estimulando a enzima lipase
454 hormônio-sensível, para determinar lipólise (Hossner, 2005). Neste sentido, níveis menores de
455 colesterol no sangue podem ser indicativos de reduzidas lipogênese, transporte lipídico e
456 biossíntese de colesterol (Thrall et al., 2015; Bourgon et al., 2017).

457 Os triglicerídeos servem, principalmente, como fonte de energia metabólica celular,
458 acumulando-se no tecido adiposo (Thrall et al., 2015), seu principal local de metabolismo
459 endógeno nos ruminantes, de onde são mobilizados em resposta às demandas de energia do
460 corpo (Espinoza et al., 2008), mas os ruminantes têm uma baixa capacidade de síntese desses
461 lipídeos, especialmente em condições nutricionais próximas às naturais (Fernandes et al.,
462 2012). A suplementação de vitamina E (150-300 UI/dia) por via oral, em machos bovinos
463 confinados, no experimento de Wei et al. (2016), aumentou as concentrações plasmáticas de
464 triglicerídeos e tendeu a aumentar as proteínas totais.

465 O perfil proteico abrange as concentrações de proteínas totais, albumina, globulina,
466 creatinina e ureia. A determinação da concentração de proteínas totais permite avaliar o status
467 nutricional proteico dos animais, pois sua diminuição no plasma relaciona-se à deficiência
468 proteica na alimentação, se descartadas causas patológicas (Peixoto & Osório, 2007). A taxa
469 de síntese de proteínas está diretamente relacionada com o estado nutricional do animal e com
470 a função hepática (NRC, 2007; Thrall et al., 2015), e as concentrações destas características
471 são, reconhecidamente, maiores em animais jovens em relação aos adultos (Martin et al.,
472 2004; Meira Júnior et al., 2009). As concentrações de proteínas séricas, incluindo as de
473 albumina e globulina, são afetadas por numerosos fatores, e encontram-se reduzidas em casos
474 de parasitoses intensas (Braun et al., 2010).

475 A albumina sérica é considerada o indicador mais sensível para determinar o status
476 nutricional proteico em longo prazo (Peixoto & Osório, 2007; Peixoto et al., 2010), pois as
477 mudanças ocorrem lentamente, sendo detectáveis em cerca de um mês, devido à baixa
478 velocidade de síntese e degradação (Martin et al., 2004). Esta proteína controla o volume
479 sanguíneo, por manter a pressão oncótica do compartimento sanguíneo e, também, serve
480 como carreadora para moléculas de baixa solubilidade em água, isolando sua natureza
481 hidrofóbica, tais como hormônios solúveis em lipídeos (como os esteroides), sais biliares,

482 bilirrubina desconjugada, ácidos graxos livres, cálcio e outros íons e algumas drogas (Peixoto
483 & Osório, 2007; Meira Júnior et al., 2009; Djuricic et al., 2011). As concentrações séricas de
484 albumina sofrem influência do fator etário, sendo maiores em animais mais jovens, em fase de
485 maior demanda metabólica para crescimento (Martin et al., 2004; Peixoto & Osório, 2010).
486 Normalmente, as alterações nas concentrações de albumina acompanham-se de variações na
487 ureia sérica, pois, quando a albumina e a ureia diminuem, indicam deficiência proteica e,
488 quando a albumina diminui e os níveis de ureia permanecem normais ou estão elevados,
489 associados à elevação de enzimas, isto pode ser indicativo de falha hepática (González &
490 Silva, 2006).

491 A ureia sanguínea é um indicador importante do suprimento e/ou da utilização de
492 proteína alimentar em ovinos, especialmente em curto prazo, e está diretamente relacionada
493 aos níveis proteicos da ração e à relação energia/proteína da dieta (Peixoto e Osório, 2007;
494 Peixoto et al., 2010), influenciada pelo status nutricional do animal, relacionada com
495 crescimento do tecido magro (Braun et al., 2010). Animais jovens podem ter uma melhor
496 capacidade de conversão de nitrogênio em aminoácidos e proteínas, o que impacta na sua
497 performance produtiva (Bourgon et al., 2017).

498 A creatinina é formada no músculo a partir da creatina fosfato por desidratação
499 irreversível. Os níveis de creatinina plasmática refletem a taxa de filtração glomerular, devido
500 a sua total excreção renal, e níveis altos deste metabólito indicam deficiência na função renal
501 (González & Silva, 2006; Nelson & Cox, 2011; Thrall et al., 2015). Existe uma correlação
502 positiva entre o conteúdo corporal de creatina, que é dependente da massa muscular e do
503 ECC, e taxa de proteólise e utilização de compostos endógenos de nitrogênio (Caldeira et al.,
504 2007).

505 As enzimas hepáticas como fosfatase alcalina (FA), aspartato aminotransferase – AST
506 (TGO) e alanina aminotransferase – ALT (TGP) são indicativas das condições hepáticas
507 (Thrall et al., 2015). A FA origina-se principalmente no fígado mas, em animais jovens,
508 também em outros tecidos, e correlaciona-se ao crescimento dos animais e à ingestão
509 alimentar (Bourgon et al., 2017). Os animais em crescimento têm maior atividade celular e
510 mitocondrial, principalmente nos osteoblastos, que se reflete também pela secreção de FA
511 (Zani et al., 2010). A enzima FA é expressa em grandes quantidades nos testículos e
512 epidídimos, e a sua quantificação pode ser utilizada como marcador para diferenciar
513 azoospermia verdadeira (altos níveis de FA) de falhas na ejaculação (baixos níveis de FA) e
514 azoospermia por bloqueio do ducto deferente (Turner & McDonnell, 2003).

515 A AST é uma enzima que catalisa a transaminação de aspartato e α -cetoglutarato em
516 oxalacetato e glutamato, mais abundante no fígado e nos músculos, sendo sua concentração
517 indicativa de danos nesses tecidos (Silva et al., 2014; Thrall et al., 2015). Segundo González
518 & Silva (2006), altas concentrações de AST podem ser observadas em hepatite infecciosa e
519 tóxica, cirrose, obstrução biliar e fígado gorduroso, além de casos de hemólise, e por
520 deficiência de selênio/vitamina E no exercício físico intenso. Em ruminantes, a AST é um
521 bom indicador de funcionamento hepático (Pugh, 2004; Santana et al., 2009; Silva et al.,
522 2014). Já a ALT pode ser usada como um marcador de dano hepático em ovinos, aumentando
523 rapidamente, enquanto a FA tem menor especificidade nesta função (Braun et al., 2010).

524 Os produtos da LPO, como o grupo aldeído (malondialdeído - MDA), ceto, hidróxi e
525 alguns outros formados durante este processo (Nair et al., 2005), podem causar danos ao
526 longo do tempo e levar à doenças degenerativas (Temple, 2000). Existe um equilíbrio entre
527 produção e remoção de ROS no sistema reprodutor masculino. Algumas dessas substâncias
528 desempenham papel importante na função espermática normal, como na capacitação e na
529 fusão ovócito-espermatozoide, mas podem causar alterações patológicas quando ocorre
530 estresse oxidativo (Sikka et al., 1995), e a vitamina E pode participar destes processos como
531 um importante antioxidante (Doshi et al., 2012). Já a LPO dos espermatozoides pode ocorrer
532 devido à sua alta concentração de PUFAs, aumentando a produção de ROS e diminuindo a
533 eliminação desses compostos através do sistema antioxidante e, portanto, causando a LPO da
534 membrana espermática e seu funcionamento anormal (Iamir e Gagnon, 1995; Sikka et al.,
535 1995), com substâncias decorrentes destes processos aparecendo no plasma seminal.

536 As modificações no status metabólico podem atuar em algum dos três níveis do eixo
537 reprodutivo dos carneiros (hipotálamo-hipófise-testículos), bem como sobre seus mecanismos
538 de retroalimentação (Blache et al., 2006), assim como sobre os eixos de controle metabólico.
539 Uma das formas de modificar o status metabólico é a adição de diferentes ingredientes na
540 dieta, resultando em distintos modelos de fermentação ruminal e produtos de digestão pós-
541 ruminal. Ao atingirem o sangue, estes produtos podem ter efeitos marcantes sobre as
542 concentrações sanguíneas, as quais, por sua vez, afetam as concentrações de hormônios e o
543 balanço de eixos hormonais, refletindo-se na composição corporal (Roche et al., 2011),
544 incluindo o plasma sanguíneo e seminal, assim como a carcaça dos animais.

545 **5.0. Perfil hematológico**

546 O estudo clínico do sangue através do hemograma é fundamental para avaliar a saúde
547 dos animais e, por ele, detectar alterações de caráter patológico ou não (Chaves, 2009;

548 Bezerra et al., 2013). O sangue é um tecido líquido, composto pelo plasma e por células, os
549 glóbulos vermelhos (hemácias ou eritrócitos), os glóbulos brancos (leucócitos, neutrófilos,
550 eosinófilos, monócitos, linfócitos e basófilos; Antonelou et al., 2011), e as plaquetas. As
551 hemácias carregam, no seu interior, moléculas de hemoglobina, que são responsáveis pelo
552 transporte de oxigênio. A hemoglobina é utilizada como um marcador de saúde dos animais,
553 enquanto as células da série branca, sejam elas granulócitos (eosinófilos) e células
554 mononucleares (linfócitos e monócitos), podem indicar processos inflamatórios (quando há
555 incremento nos leucócitos e linfócitos) e, mesmo, situações de estresse, com aumento de
556 eosinófilos e monócitos (Pugh, 2004; Silva et al., 2014). As plaquetas são fundamentais para
557 os processos de coagulação sanguínea (Pugh, 2004).

558 O volume globular e a hemoglobina estão ligados à alimentação equilibrada e de
559 qualidade, principalmente em energia, fornecida aos animais em confinamento, produzindo
560 adequada quantidade de células sanguíneas (Richardson et al., 2002), de forma a não afetar os
561 parâmetros hematológicos (Bezerra et al., 2013). Touros avaliados por Contiero et al. (2018),
562 apresentaram correlação de parâmetros hematológicos com índices produtivos, com a idade
563 tendo efeito oposto às concentrações de leucócitos e linfócitos, fato também verificado por
564 Zani et al. (2010), em ovinos Dorper.

565 O quadro hematológico dos animais pode sofrer influência de fatores ambientais, tais
566 como o local em que os mesmos estão alojados, o clima e a fase fisiológica em que eles se
567 encontram (Bezerra et al., 2013). Na prática, a contagem de hemácias, a determinação do
568 hematócrito e da concentração de hemoglobina são úteis na avaliação da anemia, que é
569 caracterizada por redução destes parâmetros (Silva et al., 2014).

570 Para Pereira (1996), os eritrócitos e os leucócitos sofrem um contínuo processo
571 oxidativo e, apesar de existir a proteção antioxidante que reduz os riscos de danos causados
572 pelos radicais livres, esses organismos podem acabar sofrendo algum tipo de interferência,
573 pois a proteção do agente antioxidante pode ser insuficiente. Os radicais livres, quando estão
574 presentes no ambiente celular, podem, além de lesionar a membrana celular dos eritrócitos,
575 modificar as estruturas da membrana e de outros componentes celulares, como dos neutrófilos
576 (Cotran et al., 1994; Harvey, 1997). Além disso, em razão de sua função de transportadores de
577 oxigênio, os eritrócitos estão particularmente vulneráveis aos radicais livres formados no
578 interior da célula durante os processos metabólicos fisiológicos, principalmente àqueles
579 relacionados às funções da hemoglobina (Harvey, 1997). Lee & Nieman (1993) sugerem que
580 a carência de vitamina E pode diminuir a sobrevivência das células e prejudicar a efetividade da

581 eritropoiese, e uma suplementação aos animais com vitamina E pode beneficiar o processo de
582 produção dos eritrócitos.

583 Os parâmetros hematológicos utilizados como referência em análises laboratoriais,
584 como eritrócitos, hematócrito, hemoglobina, plaquetas e leucócitos, sofrem influência de
585 fatores relacionados à idade, ao sexo, à nutrição, ao clima, à condição corporal e à raça
586 (Chaves, 2009; Morais, 2009).

587 **6.0. Características organolépticas da carne**

588 As constantes transformações que ocorrem no músculo do animal após o abate,
589 definem o produto cárneo. A carne é utilizada como alimento de elevada qualidade nutricional
590 devido a sua função plástica, influenciando na formação de novos tecidos e na regulação de
591 processos fisiológicos e orgânicos, além do fornecimento de energia (Pinheiro et al., 2009).

592 Dos compostos que fazem parte da carne, proteínas, lipídeos e minerais, as proteínas
593 representam cerca de 18 a 22%, variando entre raças (Maturano, 2003). Os lipídeos estão
594 relacionados com a qualidade da carne, principalmente considerando-se sua distribuição na
595 carne, influenciando na textura, suculência e sabor (Menezes et al., 2009). Os animais mais
596 jovens apresentam uma proporção maior de água e menor de proteínas, gordura e minerais na
597 carne, com o acúmulo de gordura intramuscular e subcutânea menor em animais mais jovens
598 (Lawrie, 2005).

599 A cor da carne é uma das características de apreciação do consumidor na hora da
600 compra, e desempenha um papel fundamental na avaliação sensorial. A coloração da carne é
601 determinada pela concentração de mioglobina, variando desde a coloração púrpura até
602 vermelho brilhante, e pela formação de metamioglobina (coloração marrom) (Pinheiro et al.,
603 2009; Costa et al., 2011). A carne de cordeiro é caracterizada por ter uma cor rosada,
604 enquanto a carne do borrego tem uma cor mais forte, avermelhada (Osório et al., 2009).

605 Uma forma de medir a qualidade da carne é a perda de peso por cocção, medida que
606 está relacionada ao rendimento da carne no momento do consumo, sendo influenciada pela
607 capacidade da carne em reter água (Monte et al., 2007). Essa capacidade de retenção
608 correlaciona-se à capacidade da carne de suportar aplicação de forças externas como corte,
609 aquecimento, moagem ou pressão. Já para medir a maciez da carne usa-se a força de
610 cisalhamento (FC) (Menezes et al., 2009). Após o abate, é necessário que o músculo tenha um
611 tempo de maturação para que sua maciez seja estabelecida; entretanto, outros fatores também
612 influenciam na FC, como manejo pré-abate, tempo de *rigor-mortis*, pH *post-mortem*, entre
613 outros. Zapata et al. (2000), estudando cordeiros mestiços, encontraram valores médios de

614 4,74 kg-f para animais ½ Somalis Brasileiro x ½ Crioula, e 4,63 kg-f para animais ½ Santa
615 Inês x ½ Crioula.

616 As características de maciez, como firmeza e sensações tácteis, estão intimamente
617 relacionadas com a capacidade de retenção de água, pH, grau de gordura de cobertura e
618 características do tecido conjuntivo e da fibra muscular (Fernandes et al., 2011; Zeola et al.,
619 2007). Uma carne de boa qualidade é considerada mais suculenta devido, em parte, ao
620 conteúdo de gordura intramuscular e não à CRA (capacidade de retenção de água). Essa
621 quantidade de gordura intramuscular (de infiltração ou marmoreio) da carne é um dos fatores
622 determinantes da suculência. Então, assim, um cordeiro jovem pode apresentar carne menos
623 suculenta por ainda não ter alcançado a deposição de gordura intramuscular (Osório et al.,
624 2009).

625

626 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

627

628 AGARWAL, A.; MAKKER, K.; SHARMA, R. Clinical relevance of oxidative stress in male
629 factor infertility: An update. **American Journal of Reproductive Immunology**, v.59, p.2-11,
630 2008.

631 AGARWAL, A.; DURAIRAJANAYAGAM, D.; HALABI, J.; PENG, J.; VAZQUEZ-
632 LEVIN, M. Proteomics, oxidative stress and male infertility. **Reproductive Bio Medicine**
633 **Online**, v.29, p.32-58, 2014.

634 AGARWAL, A.; PRABAKARAN S.A. Mechanism, measurement and prevention of
635 oxidative stress in male reproductive physiology. **Indian Journal of Experimental Biology**,
636 v.43, p.963-974, 2005.

637 AHSAN, U.; KAMRAN, Z.; RAZA, I.; AHMAD, S.; BABAR, S.; RIAZ, M.H.; IQBAL, Z.
638 Role of selenium in male reproduction – A review. **Animal Reproduction Science**, v.146,
639 p.55-62, 2014.

640 AITKEN. R.J.; ROMAN, S.D. Antioxidant systems and oxidative stress in the testes. **Oxid**
641 **Med Cell Longev**, v.1, p. 15-24, 2008.

642 ÁLVAREZ, R.; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A.J.; VICARIO, I.M.; ALCALDE, M.J. Effect of
643 pasture and concentrate diets on concentrations of carotenoids, vitamin A and vitamin E in
644 plasma and adipose tissue of lambs. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.36, p.59-
645 65, 2014.

646 ANDRADE, E.R.; MELO-STERZA, F.A.; SENEDA, M.M.; ALFIERIL, A.A.
647 Consequências da produção das espécies reativas de oxigênio na reprodução e principais
648 mecanismos antioxidantes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.34, p.79-85, 2010.

649 ÂNGELO, P.M; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão. **Revista**
650 **do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, p.1-9, 2007.

651 ANTONELLOU, M.H.; KRIEBARDIS, A.G.; STAMOULIS, K.E.; TROUGAKOS, I.P.;
652 PAPASSIDERI, I.S. A polipoprotein J/Clusterin is a novel structural component of human
653 erythrocytes and a biomarker of cellular stress and senescence. **PLoS ONE**, v.6, e-26032,
654 2011.

655 ARABI, M.; SEIDAIE, S.R. Assessment of motility and membrane peroxidation of bull
656 permatozoa in the presence of different concentration of vitamin C. **Veterinary Medical**
657 **Journal**, v.2, p.39-46, 2008.

- 658 ASAKURA, L. Vitamina E. In: VANNUCCHI, H. **Nutrição e metabolismo: Nutrição**
659 **Humana**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.
- 660 BERTHELOT, V.; BROUDISCOU, L.; SCHMIDELY, P. Effect of vitamin E
661 supplementation on fatty acid composition of muscle and adipose tissues of indoor lambs with
662 special attention on rumen-derived rams trans monounsaturated fatty acids. **Meat Science**, v.96,
663 p.1281-1288, 2014.
- 664 BESSA, R.J.B.; ALVES, S. P.; SANTOS-SILVA, J. Constraints and potentials for the
665 nutritional modulation of the fatty acid composition of ruminant meat. **European Journal of**
666 **Lipid Science and Technology**, v.9, 1325-1344, 2015.
- 667 BEZERRA, L.R.; TORREÃO, J.N.C.; MARQUES, C.A.T.; MACHADO, L.P.; ARAÚJO,
668 M.J.; VEIGA, A.M.S. Influência da suplementação concentrada e da categoria animal no
669 hemograma de ovinos da raça Morada Nova. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária**
670 **e Zootecnia**, v.65, p.1738-1744, 2013.
- 671 BLACHE, D.; CHAGAS, L.M.; BLACKBERRY, M.A.; VERCOE, P.E.; MARTIN, G.B.
672 Metabolic factors affecting the reproductive axis in male sheep. **Journal of Reproduction**
673 **and Fertility**, v.120, p.1-11, 2000.
- 674 BLACHE, D.; MALONEY, S.K.; REVELL, D.K. Use and limitations of alternative feed
675 resources to sustain and improve reproductive performance in sheep and goats. **Animal Feed**
676 **Science and Technology**, v.147, p.140-157, 2008.
- 677 BLACHE, D.; MARTIN, G.B. Control multi-dimensional del sistema reproductivo por la
678 nutrición. **Conference paper**, 2009.
- 679 BLACHE, D.; ZHANG, S.; MARTIN, G.B. Dynamic and integrative aspects of the
680 regulation of reproduction by metabolic status in male sheep. **Reproduction, Nutrition and**
681 **Development**, v.46, p.379-390, 2006.
- 682 BOURGON, S.L.; AMORIM, M.D.; MILLER, S.P.; MONTANHOLI, Y.R. Associations of
683 blood parameters with age, feed efficiency and sampling routine in young beef bulls.
684 **Livestock Science**, v.195, p.27-37, 2017.
- 685 BRAUN, J.P.; TRUMEL, C.; BÉZILLE, P. Clinical biochemistry in sheep: A selected review.
686 **Small Ruminant Research**, v.92, p.10-18, 2010.
- 687 BRIGELIUS-FLOHE, R.; TRABER, M.G. Vitamin E: function and metabolism. **Faseb**
688 **Journal**, v.13, p.1145-1155, 1999.

- 689 BRITO, M.T.V. Biodiversidade e as raças autóctones portuguesas. **Raças autóctones**
690 **portuguesas**. 1.ed. Lisboa: DGAV, 2013.
- 691 BRZEZINSKA-SLEBODZINSKA, E.; SLEBODZINSKI, A.B.; PIETRAS, B.;
692 WIECZOREK, G. Antioxidant effect of vitamin E and glutathione on lipid peroxidation in
693 boar semen plasma. **Biology and Trace Element Research**, v.47, p.69-74, 1995.
- 694 CALDEIRA, R.M.; BELO, A.T.; SANTOS, C.C. The effect of body condition score on blood
695 metabolites and hormonal profiles in ewes. **Small Ruminant Research**, v.68, p.233-241,
696 2007.
- 697 CÂMARA, D.R.; SILVA, S.V.; ALMEIDA, F.C.; NUNES, J.F.; GUERRA, M.M.P. Effects
698 of antioxidants and duration of pre-freezing equilibration on frozen-thawed ram semen.
699 **Theriogenology**, v.76, p.342-350, 2011.
- 700 CARMONA R. Morfometria de Carneiros do grupo genético pantaneiro do CTO. 2011.
701 **Dissertação** (Mestrado em Produção e Gestão Agroindustrial). Universidade Anhanguera-
702 UNIDERP, Campo Grande: MS. 2010.
- 703 CAROCHO, M.; FERREIRA, I.C.F.R. A review on antioxidants, prooxidants and related
704 controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and
705 future perspectives. **Food and Chemical Toxicology**, v.51, p.15-25, 2013.
- 706 CHAVES, D.F. Parâmetros hematológicos e escore corporal de ovelhas da raça Morada Nova
707 em ambiente quente. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE
708 ZOOTECNIA, 46, Maringá, **Anais...** (CD-ROM), 2009.
- 709 CHEEKE, P.R.; DIERENFELD, E.S. **Comparative Animal Nutrition and Metabolism**.
710 Cambridge: Cambridge University, 2010.
- 711 CONTIERO, B.; GOTTARDO, F.; CASSANDRO, M.; BERTOLI, G.; CESTARO, L.;
712 STEFANI, A.L. Source of variation of hematology and blood biochemical profiles of
713 Holstein Friesian bulls in performance test. **Livestock Science**, v.213, p.51-53, 2018.
- 714 CORDEIRO, M.B.; COIMBRA, T.M.; COSTA, R.S.; MEIRELLES, M.S.; JORDÃO, A.A.
715 Jr.; VANNUNCCHI, H. Lipid peroxidation in vitamin E-deficient rats submitted to subtotal
716 nephrectomy. **Renal Failure**, v.24, p.407-419, 2002.
- 717 COSTA, R.G; SANTOS, N.M.S; SOUSA, W.H. Qualidade física e sensorial da carne de
718 cordeiros de três genótipos alimentados com rações formuladas com duas relações
719 volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1781-1787, 2011.

- 720 COTRAN, R.S.; KUMAR, V.; ROBBINS, S.L. **Robbins: pathologic basis of disease.**
721 Philadelphia: W. B. Saunders, 1994.
- 722 COZZOLINO, M.B.S. Vitamina E (Tocoferol). In: COZZOLINO, S.M.F.
723 **Biodisponibilidade de nutrientes.** 3.ed. Barueri: Manole, p.319-339, 2009.
- 724 DELGADILLO, J.A. Características anatômicas e funcionais do sistema reprodutor do
725 macho. In: AISEN, E.G. **Reprodução Ovina e Caprina.** São Paulo: MedVet. c.1, p.1-10,
726 2008.
- 727 DEMIREL, G.; WACHIRA, A.M.; SINCLAIR, L.A.; WILKINSON, R.G.; WOOD, J.D.;
728 ENSER, M. Effects of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids breed and dietary vitamin E on
729 the fatty acids of lamb muscle liver and adipose tissue. **British Journal of Nutrition**, v.91,
730 p.551-565, 2004.
- 731 DIAS, C.A.R.; MOURA, P.M.S.S.; D'ANGELIZ, C.E.M. A complexa interação entre
732 radicais livres, suplementação e doenças. **Revista Multidisciplinar**, v.10, p.34-43, 2010.
- 733 DJURICIC, D.; DOBRANIC, T.; GRIZELI, J.; GRACNER, D.; HARAPIN, I.; STANIN, D.;
734 FOLNOZIC, I.; GETZ, I.; CVITKOVIC, D.; SAMARDZIJA, M. Concentrations of total
735 proteins and albumins, and AST, AP, CK and GGT activities in the blood serum Boer and
736 Saanen goats during puerperium. **Reproduction in Domestic Animals**, v.46, p.674-677,
737 2011.
- 738 DOSHI, S.B.; KHULLAR, K.; SHARMA, R.K.; AGARWAL, A. Role of reactive nitrogen
739 species in male infertility. **Reproductive Biology and Endocrinology**, v.10, p.109-119,
740 2012.
- 741 EMBUSCADO, M.E. Spices and herbs: Natural sources of antioxidants – a mini review.
742 **Journal Functional Foods**, v.18, p.811-819, 2015.
- 743 EMSEN, E. Testicular development and body weight gain from birth to 1 year of age of
744 Wassiand Redkaraman sheep and their reciprocal crosses. **Small Ruminant Research**, v.59,
745 p.79-82, 2005.
- 746 ESPINOZA, J.L.; PALACIOS, A.; ORTEGA, R. Efecto de la suplementación de grasas sobre
747 las concentraciones séricas de progesterona, insulina, somatotropina y algunos metabolitos de
748 los lípidos en ovejas Pelibuey. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v.40, p.135-140, 2008.
- 749 FAO: Fats and Fatty Acids in Human Nutrition (FAO Report of an Expert Consultation).
750 **FAO**, Rome, 2010.

- 751 FAUSTMAN, W.K.; CHAN, D.; SCHAEFER, M.; HAVENS, A. Beef color update: the role
752 for vitamin E. **Journal of Animal Science**, v.76, p.1019-1026, 1998.
- 753 FERNANDES, A.R.M; ORRICO JUNIOR, M.A.P; ORRICO, C.A. Desempenho e
754 características qualitativas da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento
755 alimentados com dietas contendo soja grão ou gordura protegida. **Revista Brasileira de**
756 **Zootecnia**, v.40, p.1822-1829, 2011.
- 757 FERNANDES, S.R.; FREITAS, J.A.; SOUZA, D.F.; KOWALSKI, L.H.; DITTRICH, R.L.;
758 ROSSI JÚNIOR, P.; SILVA, C.J.A. Lipidograma como ferramenta na avaliação do
759 metabolismo energético em ruminantes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.18, p.21-32,
760 2012.
- 761 FERREIRA, A.L.A.; MATSUBARA, L.S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas,
762 sistema de defesa e estresse oxidativo. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v.43, p.61-
763 68, 1997.
- 764 FINCH, J.M.; TURNER, R.J. Effects of selenium and vitamin E on the immune responses of
765 domestic animals. **Research in Veterinary Science**, v.60, p.97-106, 1996.
- 766 FREITAS JÚNIOR, J.E.; RENNÓ, F.P.; SILVA, L.F.P. Parâmetros sanguíneos de vacas
767 leiteiras suplementadas com diferentes fontes de gordura. **Ciência Rural**, v.40, p.950-956,
768 2010.
- 769 FUMAGALLI, M.H. Avaliação das características andrológicas de carneiros do grupo
770 genético pantaneiro nas estações seca e chuvosa. **Dissertação**.(Mestrado em saúde e produção
771 de ruminantes). Programa de Pós-Graduação Stricto sensu.. 44 p., 2017.
- 772 GAGNÉ, A.; WEI, A.Q.; FRASER W.D.; JULIEN, P. Absorption, transport and bioavailability
773 of vitamin E and its role in pregnant women. **Journal Obstetry and Gynaecology**, v.31,
774 p.201-217, 2008.
- 775 GOMES, W.S.; ARAÚJO, A.R.; CAETANO, A.R.; MARTINS, C.F.; VARGAS JR, F.M.;
776 McMANUS, C.; PAIVA, S.R. Origem e diversidade genética da ovelha crioula do Pantanal.
777 Brasil. In: SINPOSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA AMERICA LATINA Y EL
778 CARIBE. Chapingo, México, **Anais...** (CD-ROM), 2007.
- 779 GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2.ed.
780 Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

- 781 GOULETSOU, P.G.; FTHENAKIS, G.C. Clinical evaluation of reproductive ability of rams.
782 **Small Ruminant Research**, v.92, p.45-51, 2010.
- 783 GUERRA-RIVAS, C.; VIEIRA, C.; RUBIO, B.; MARTÍNEZ, B.; GALLARDO, B.;
784 MANTECÓN, A.R.; LAVÍN, P.; MANSO, T. Effects of grape pomace in growing lamb diets
785 compared with vitamin E and grape seed extract on meat shelf life. **Meat Science**, v.116,
786 p.221-229, 2016.
- 787 HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. **Reprodução animal**. 7.ed. São Paulo: Manole, 2004.
- 788 HALLIWELL, B; GUTTERIDGE, J.M. **Free radicals in biology and medicine**. 5.ed.
789 Oxford: University Press, 2015.
- 790 HARVEY, J. The erythrocyte: physiology, metabolism, and biochemical disorders. In:
791 KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical biochemistry of domestic animals**.
792 5.ed. San Diego: Academic, p.157-204,1997.
- 793 HENSON, E.A. *In situ* conservation of livestock and poultry. **FAO Animal Production and**
794 **Health Paper**, v.99, p.112, 1992.
- 795 HONG, Z.; HAILING, L.; HUI, M.; GUIJIE, Z. Effect of vitamin E supplementation on
796 development of reproductive organs in Boer goats. **Animal Reproduction Science**, v.113,
797 p.93-101, 2009.
- 798 HONG, Z.; HAILING, L.; HUI, M.; GUIJIE, Z.; LEYAN, Y.; DUBING, Y. Effect of vitamin
799 E supplement in diet on antioxidant ability of testis in Boer goat. **Animal Reproduction**
800 **Science**, v.117, p.90-94, 2010.
- 801 HOSSNER, K.L. **Hormonal regulation of farm animal growth**. Cambridge: CABI
802 Publishing, 2005.
- 803 IAMIR, D.E.; GAGNON, E.C. Impact of reactive oxygen species on spermatozoa, a balance
804 act between beneficial and detrimental effects. **Human Reproduction**, v.10, p.15-21, 1995.
- 805 JIANG, Q. Natural forms of vitamin E: metabolism, antioxidant, and anti-inflammatory
806 activities and their role in disease prevention and therapy. **Free Radical Biology and**
807 **Medicine**, v.72, p.76-90, 2014.
- 808 JOVANOVIC, I.B.; VELICKOVIC, M.; VUKOVIC, D.; MILANOVIC, S.; VALCIC, O.;
809 GVOZDIC, D. Effects of different amounts of supplemental selenium and vitamin E on the
810 incidence of retained placenta, selenium, malondialdehyde, and thyronines status in cows

- 811 treated with prostaglandin $F_{\alpha 2}$ for the induction of parturition. **Journal of Veterinary**
812 **Medicine**, v.2013, ID 867453, 2013.
- 813 KASAPIDOU, E.; ENSER, M.; WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; WILKINSON, R.G.;
814 SINCLAIR, L.A. Influence of vitamin E supplementation and basal diet on the vitamin E
815 status performance and tissue fatty acid concentration in lambs. **Animal**, v.3, p.516-526,
816 2009.
- 817 KASAPIDOU, E.; WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; SINCLAIR, L.A.; WILKINSON,
818 R.G.; ENSER, M. Effect of vitamin E supplementation and diet on fatty acid composition and
819 on meat colour and lipid oxidation of lamb leg steaks displayed in modified atmosphere
820 packs. **Meat Science**, v.90, p. 908-916, 2012.
- 821 KAYA, A.; AKSOY, M.; BASPMAR, N.; YILDIZ, C.; ATAMAN, M.B. Effect of melatonin
822 implantation to sperm donor rams on post-thaw viability and acrosomal integrity of sperm
823 cells in the breeding and non-breeding season. **Reproduction in Domestic Animals**, v.36,
824 p.211-215, 2001.
- 825 KAYDEN, H.J.; TRABER, M.G. Absorption, lipoprotein transport, and regulation of plasma
826 concentrations of vitamin E in humans. **Journal of Lipid Research**, v.34, p.343-358, 1993.
- 827 KIYOSE, C.; SAITO H.; KANEKO, K.; HAMAMURA K.; TOMIOKA, M.; UEDA T.;
828 IGARASHI, O. α -tocopherol affects the urinary and biliary excretion of 2,7,8-trimethyl-2(2'-
829 carboxyethyl)-6-hydroxychroman, γ -tocopherol metabolite, in rats. **Lipids**, v36, p.467-472,
830 2001.
- 831 KUMAR, A.; MEHROTRA, S.; SINGH, G.; NARAYANAN, K.; DAS, G.K.; SONI, Y.K.;
832 SINGH M.; MAHLA, A.S.; SRIVATAVA, N.; VERMA, M.R. Sustained delivery of
833 exogenous melatonin influences biomarkers of oxidative stress and total antioxidant capacity
834 in summer-stressed anestrous water buffalo (*Bubalus bubalis*). **Theriogenology**, v.83, p.1402-
835 1407, 2015.
- 836 LAWRIE, R. A. *Ciência da carne*. 6.ed. São Paulo: Artmed., 2005.
- 837 LEE R.D.; NIEMAN D.C. **Nutritional assessment**. London: WCB McGraw Hill; 1993.
- 838 LIMA, E.S.; ABDALLA, D.S.P. Peroxidação lipídica: mecanismos e avaliação em amostras
839 biológicas. **Revista Brasileira de Ciência Farmacêutica**, v.37, p.293-303, 2001.

- 840 LIN, Y.F.; CHANG, S.J.; YANG, J.R.; LEE, Y.P.; HSU, A.L. Effects of supplemental
841 vitamin E during the mature period on the reproduction performance of Taiwan native
842 chicken cockerels. **British Poultry Science**, v.46, p.366–373, 2005.
- 843 LIOCHEV, S.I. Reactive oxygen species and the free radicals theory of aging. **Free Radical**
844 **Biology & Medicine**, v.60, p1-4, 2013.
- 845 LIU, K.; GE, S.; LUO, H.; YUE, D.; YAN, L. Effects of dietary vitamin E on muscle vitamin
846 E and fatty acid content in Aohan fine-wool sheep. **Journal of Animal Science and**
847 **Biotechnology**, v.4, p.21-29, 2013.
- 848 LIU, Q.; LANARI, M.C.; SCHAEFER, D.M. A review of dietary vitamin E supplementation
849 for improvement of beef quality. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3131-3140, 1995.
- 850 LUO, H.L.; JIA, Z.H.; ZHU, S.E.; DING, J.Z. Effect of vitamin E on the qualities of fresh
851 and frozen thawed ram semen. **China Herbivores**, v.24, p.14-16, 2004.
- 852 LUZ, H.K.M.; WANDERLEY, L.S.; FAUSTINO, L.R.; SILVA, C.M.G.; FIGUEREDO,
853 J.R.; RODRIGUES, A.P.R. Papel de agentes antioxidantes na criopreservação de células
854 germinativas e embriões. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.39, p.956-969, 2011.
- 855 MAHMOUD, G.B.; ABDEL-RAHEEM, S.M.; HUSSEIN, H.A. Effect of combination of
856 vitamin E and selenium injections on reproductive performance and blood parameters of
857 Ossimi rams. **Small Ruminant Research**, v.113, p.103-108, 2013.
- 858 MAIA, M.S. Avaliação andrológica em carneiros. **Revista Brasileira de Reprodução**
859 **Animal**, v.26, p.33-34, 2002.
- 860 MAIA, M.S.; BICUDO, S.D. Radicais livres, antioxidantes e função espermática em
861 mamíferos: uma revisão. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.33, p.183-193, 2009.
- 862 MARIANTE, A.S.; CAVALCANTE, N. **Animais do Descobrimento: raças domésticas da**
863 **história do Brasil**. Brasília: EmbrapaSede/EmbrapaRecursosGenéticos e Biotecnologia.
864 2006.
- 865 MARTIN, G.B.; BLACHE, D.; MILLER, D.W.; VERCOE, P.E. Interactions between
866 nutrition and reproduction in the management of the mature male ruminant. **Animal**, v.4,
867 p.1214-1226, 2010.

- 868 MARTIN, G.B.; RODGER, J.; BLACHE, D. Nutritional and environmental effects on
869 reproduction in small ruminants. **Reproduction, Fertility and Development**, v.16, p.491-
870 501, 2004.
- 871 MATURANO, A.M.P. Estudo do efeito do peso de abate na qualidade da carne de cordeiros
872 da raça Merino Australiano e Ile de France x Merino. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) -
873 Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- 874 MENEZES, J.J.L; GONÇALVES, H.C; RIBEIRO, M.S; RODRIGUES, L.; CAÑIZARES,
875 G.I.L; MEDEIROS, B.B.L. Efeitos do sexo, do grupo racial e da idade ao abate nas
876 características de carcaça e maciez da carne de caprinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
877 v.38, p.1769-1778, 2009.
- 878 MEDEIROS, L.F.D. Bem-estar e produção animal. Universidade Federal Rural do Rio de
879 Janeiro, **Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**. Disponível em:
880 [www.iz.ufrj.br/zootecnia_draa/Biblioteca/Fernando/Estresse e estressores.pdf](http://www.iz.ufrj.br/zootecnia_draa/Biblioteca/Fernando/Estresse_e_estressores.pdf), 2007.
- 881 MEDEIROS, L.F.D; VIEIRA, D.H. Apostila de Bioclimatologia dos Animais Domésticos e
882 Bem-Estar e Produção Animal. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, **Departamento**
883 **de Reprodução e Avaliação Animal**. Seropédica-RJ, 2009.
- 884 MEIRA JUNIOR, E.B.S.; RIZZO, H.; BENESI, F.J.; GREGORY, L. Influência dos fatores
885 sexuais e etários sobre a proteína total, fração albumina e atividade sérica de aspartato-
886 aminotransferase e gama glutamiltransferase de ovinos da raça Santa Inês. **Brazilian Journal**
887 **of Veterinary Research in Animal Sciences**, v.46, p.448-454, 2009.
- 888 MILOUD, L; KARIMA, B.R. Variations in semen characteristics rams of OuledDjellal breed
889 have received and important dietary supplement after regular and intensive collection. **Asian**
890 **Pacific Journal of Reproduction**, v.4, p.13-16, 2015.
- 891 MISHRA, M., ACHARYA, U.R. Protective action of vitamins on the spermatogenesis in
892 lead-treated Swiss mice. **Journal of Trace Element and Medical Biology**, v.18, p.173-178,
893 2004.
- 894 MONREAL, A.C.D.; SOUZA DE PAULA, J.G.; SCHIMID, R.F.; URT, M.A.G.; SOUZA,
895 A.S. Criopreservação de sêmen de carneiros nativos em Mato Grosso do Sul. **Agrarian**, v.5,
896 p.402-408, 2012.
- 897 MONTE, A.L.S.; SELAIVE-VILLARROEL, A.B.; GARRUTI, D.S.; Zapatta, J.F.F.;
898 BORGES, A.S. Parâmetros físicos e sensoriais de qualidade da carne de cabritos mestiços de

- 899 diferentes grupos genéticos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas**, v.27, p.233-
900 238, 2007.
- 901 MORAIS, J.H.G. Respostas adaptativas e parâmetros sangüíneos de ovinos da raça Morada
902 Nova em ambiente quente. 51p. **Monografia** (Graduação em Zootecnia), Universidade
903 Federal Rural do Semi-Árido, Rio Grande do Norte, 2009.
- 904 MOREL, P.C.H.; MCINTOSH, J.C.; JANZ, J.A.M. Alteration of the fatty acid profile of pork
905 by dietary manipulation. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.19, p.431-437,
906 2006.
- 907 NAIR, N.; BEDWAL, S.; PRASAD, S.; SAINI, M.R.;BEDWAL, R.S. Short-term zinc
908 deficiency in diet induces increased oxidative stress in testes and epididymis of rats. **Indian**
909 **Journal of Experimental Biology**, v.9, p.786-794, 2005.
- 910 NAZIROGLU, M.A.C.; KOKCAM, B.; YILMAZ, S.B. Beneficial effects of intraperitoneally
911 administered alpha-tocopheryl acetate on the levels of lipid peroxide and activity of
912 glutathione peroxidase and superoxide dismutase in skin, blood and liver of thermally injured
913 guinea pigs. **Skin Pharmacology and Physiolo**ly, v.16, p.36-45, 2003.
- 914 NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 5 ed. Porto Alegre:
915 Artmed, 2011.
- 916 NORDBERG, J; ARNÉR, E.S.J. Reactive oxygen species, antioxidants, and the mammalian
917 thioredoxinsystem. **Free Radical Biology and Medicine**, v.31, p.1287-1312, 2001.
- 918 NRC, National Research Council. **Nutrients requirements of small ruminants**. Washington:
919 National Academies Press, 2007.
- 920 OLIVEIRA, D.P.; OLIVEIRA, C.A.L.; MARTINS, E.N.; VARGAS JUNIOR, F.M.;
921 FERREIRA, M.B.; SENO, L.O.; OLIVEIRA, J.C.K.; SASA, AYA. Caracterização
922 morfoestrutural de fêmeas e machos jovens de ovinos naturalizados Sul-matogrossenses
923 “Pantaneiros”. **Semina: Ciências agrárias**, v.35, n.2, p.973-986, 2014.
- 924 OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina.
925 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.292-300, 2009.
- 926 PASQUALOTTO, F.F.; SHARMA, R.K.; NELSON, D.R.; THOMAS, A.J.; AGARWAL, A.
927 Relationship between oxidative stress, semen characteristics, and clinical diagnosis in men
928 undergoing infertility investigation. **Fertility and Sterility**, v.73, p.459-64, 2000.

- 929 PEIXOTO L.A.O.; OSÓRIO, M.T.M. Perfil metabólico proteico e energético na avaliação do
930 desempenho reprodutivo em ruminantes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, p.299-
931 304, 2007.
- 932 PEIXOTO, L.A.O.; OSÓRIO, M.T.M.; OSÓRIO, J.C.S. Desempenho reprodutivo e
933 metabólitos sanguíneos de ovelhas Ile de France sob suplementação com sal orgânico ou sal
934 comum durante a estação de monta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.191-197, 2010.
- 935 PEREIRA, B. Radicais livres de oxigênio e sua importância para funcionalidade imunológica.
936 **Motriz**, v 2, p.71-79, 1996.
- 937 PINHEIRO, R.S.B; SILVA SOBRINHO, A.G; SOUZA, H.B.A. Qualidade de carnes
938 provenientes de cortes da carcaça de cordeiros e de ovinos adultos. **Revista Brasileira de**
939 **Zootecnia**, v.38, p.1790-1796, 2009.
- 940 PISOSCHI, A.M.; POP, A. The role of antioxidants in the chemistry of oxidative stress: A
941 review. **European Journal Medicine Chemistry**, v.97, p.55-74, 2015.
- 942 POMPEU, M.A.; CAVALCANTI, L.F.L.; TORAL, F.L.B. Effect of vitamin E
943 supplementation on growth performance, meat quality, and immune response of male broiler
944 chickens: A meta-analysis. **Livestock Science**, v.208, p.5-13, 2018.
- 945 PONNAMPALAM, E.N.; BUTLER, K.L.; MCDONAGH, M.B.; JACOBS, J.L.; HOPKINS,
946 D.L. Relationship between muscle antioxidant status forms of iron, polyunsaturated fatty
947 acids and functionality (retail colour) of meat in lambs. **Meat Science**, v.90, p.297-303, 2012.
- 948 PUGH, D.G. **Clínica de ovinos e caprinos**. 1.ed. São Paulo: Roca, 2004.
- 949 QUINTERO, J.C.; RUÍZ-CORTEZ, Z.T. Efectos de la leptina en el inicio de la pubertad en
950 animales machos. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v.21, p.97-108, 2008.
- 951 RAHMAN, K. Studies on free radicals, antioxidants, and cofactors. **Clinical Interventions in**
952 **Aging**, v.2, p.219-236, 2007.
- 953 RAO, S.P.; KALVA, S.; YERRAMILI, A.; MAMIDI, S. Free radicals and tissue damage:
954 role of antioxidants. **Free Radicals and Antioxidants**, v.1, p.2-7, 2011.
- 955 REVISTA ADITIVOS & INGREDIENTES. A vitamina E: tocoferóis e tocotrienóis, 2010.
956 Disponível em: <[http://aditivosingredientes.com.br/artigos/vitaminas/a-vitamina-e-tocoferois-](http://aditivosingredientes.com.br/artigos/vitaminas/a-vitamina-e-tocoferois-e-tocotrienois)
957 [e-tocotrienois](http://aditivosingredientes.com.br/artigos/vitaminas/a-vitamina-e-tocoferois-e-tocotrienois)>. Acesso em: 06 de novembro de 2018.

- 958 RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M.; COLDITZ, I.G.; ARCHER, J.A.; ARTHUR, P.F. Blood
959 cells profiles of steer progeny from parents selected for and against residual feed intake.
960 **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.42, p.901-908, 2002.
- 961 RIPOLL, G.; GONZÁLEZ-CALVO, L.; MOLINO, F.; CALVO, J.H.; JOY, M. Effects of
962 finishing period length with vitamin E supplementation and alfalfa grazing on carcass color
963 and the evolution of meat color and the lipid oxidation of light lambs. **Meat Science**, v.93,
964 p.906-913, 2013.
- 965 ROCHE J.R.; BURKE, C.R.; MEIER, S.; WALKER, C.G. Nutrition x reproduction
966 interaction in pasture-based systems: is nutrition a factor in reproductive failure? **Animal**
967 **Production Science**, v.51, p.1045-1066, 2011.
- 968 SANTANA, A.M.; SILVA, D.G.; BERNARDES, P.A.; PIZAURO, L.J.L.; MALUTA, R.P.;
969 AQUINO, G.V.; GARCIA, K.O.; ÁVILA, FA.; FAGLIARI, J.J. Hemograma e perfil
970 bioquímico sérico de ovinos em idade de abate. **Ciência Animal Brasileira**, supl.1, p.286-
971 289, 2009.
- 972 SANTOS, R.A.; VARGAS JUNIOR, F.M.; SENO, L.O.; ORRICO, A.C.A.; BOTTINI
973 FILHO, F.D.E.; SENEGALHE, F.B.D.; CANSIAN, K. & LONGO, M. L. Biometria
974 testicular de ovinos Pantaneiros alimentados com níveis crescentes de glicerina bruta na dieta.
975 **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.17, p. 311-321, 2016.
- 976 SAUBERLICH, H. **Laboratory tests for the assessment of nutritional status**. Boca Raton:
977 CRC-Press, 1999.
- 978 SCHNEIDER, C. Chemistry and biology of vitamin E. **Molecular Nutrition & Food**
979 **Research**, v.49, p.7-30, 2005.
- 980 SIKKA, S.C. Role of oxidative stress and antioxidants in andrology and assisted reproductive
981 technology. **Journal of Andrology**, v.25, p.5-18, 2004.
- 982 SIKKA, S.C.; RAJASEKARAN, M.; HELLSTROM, W.J.G. Role of oxidative stress and
983 antioxidants in male infertility. **Journal of Andrology**, v.16, p.464-468, 1995.
- 984 SILVA, D.C.; CERCHIARO, G.; HONÓRIO, K.M. Relações patofisiológicas entre estresse
985 oxidativo e arteriosclerose. **Química Nova**, v.34, p.300-305, 2011.
- 986 SILVA, D.A.V.; HOMEM JÚNIOR, A.C.; EZEQUIEL, J.M.B. Sexo e fontes de lipídeos
987 sobre os parâmetros sanguíneos de ovinos confinados. **Revista Brasileira de Medicina**
988 **Veterinária**, v.36, p.153-158, 2014.

- 989 SOKOL, R. Vitamin E deficiency and neurological disorders. In: PACKER, L.F.J. **Vitamin E**
990 **in Health and Disease**. New York: Marcel Dekker, p.815-849, 1993.
- 991 SUMAN, S.P.; HUNT, M.C.; NAIR, M.N.; RENTFROW, G. Improving beef color stability:
992 practical strategies and underlying mechanisms. **Meat Science**, v.98, p.490-504, 2014.
- 993 TEMPLE, N.J. Antioxidants and disease: more questions than answers. **Nutrional Research**,
994 v.20, p.449-459, 2000.
- 995 THRALL, M.A.; WEISER, G.; ALLISON, R.W.; CAMPBELL, T.W. **Hematologia e**
996 **bioquímica clínica veterinária**. 2.ed. São Paulo: Roca, 2015.
- 997 TODINI, L. Thyroid hormones in small ruminants: effects of endogenous, environmental and
998 nutritional factors. **Animal**, v.1, p.997-1008, 2007.
- 999 TRABER, M.G. Cellular and molecular mechanisms of oxidants and antioxidants. **Mineral**
1000 **and Electrolyte Metabolism**, v.23, p.135-139, 1997.
- 1001 TRABER, M.G.; SOKOL, R.J.; BURTON, G.W.; INGOLD, K.U.; PAPAS, A.M.;
1002 HUFFAKER, J.E.; KAYDEN, H.J. Impaired ability of patients with familial isolated vitamin
1003 E deficiency to incorporate alpha-tocopherol into lipoproteins secreted by the liver. **Journal**
1004 **of Clinical Investigation**, v.85, p.397-407, 1990.
- 1005 TRABER, M.G.; INGOLD, K.U.; BURTON, G.W.; KAYDEN, H.J. Absorption and transport
1006 of deuterium substituted 2R,4'R,8'R-alpha-tocopherol in human lipoproteins. **Lipids**, v.23,
1007 p.791-797, 1988.
- 1008 TRABER, M.G.; LANE, J.C.; LAGMAY, N.R.; KAYDEN, H.J. Studies on the transfer of
1009 tocopherol between lipoproteins. **Lipids**, v.27, p.657-663, 1992.
- 1010 TRABER, M.G.; PACKER, L. Vitamin E: beyond antioxidant function. **The American**
1011 **Journal of Clinical Nutrition**, v.62, p.1501S-1509S, 1995.
- 1012 TRABER, M.G.; SOKOL, R.J.; KOHLSCHUTTER, A.; YOKOTA, T.; MULLER, D.P.;
1013 DUFOUR, R.; KAYDEN, H.J. Impaired discrimination between stereoisomers of alpha-
1014 tocopherol in patients with familial isolated vitamin E deficiency. **Journal of Lipid**
1015 **Research**, v.34, p.201-210, 1993.
- 1016 TURNER, R.M.O.; McDONNELL, S.M. Alkaline phosphatase in stallion semen:
1017 characterization and clinical applications. **Theriogenology**, v.60, p.1-10, 2003.

- 1018 UNGERFELD, R.; LACUESTA, L. Social rank during pre-pubertal development and
1019 reproductive performance of adult rams. **Animal Reproduction Science**, v.121, p.101-105,
1020 2010.
- 1021 VANNUCCHI, H.; ARAUJO, W.F.; BERNARDES, M.M.; JORDAO JUNIOR, A.A. Effect
1022 of different vitamin E levels on lipid peroxidation in streptozotocin-diabetic rats.
1023 **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, v.69, p.250-254, 1999.
- 1024 VANNUCCHI, H.; JORDAO JUNIOR, A.A.; IGLESIAS, A.C.; MORANDI, M.V.;
1025 CHIARELLO, P.G. Effect of different dietary levels of vitamin E on lipid peroxidation in
1026 rats. **Archivos Latino americanos de Nutricion**, v.47, p.34-37, 1997.
- 1027 VILLA, N.A.; PULGARÍN, E.F.; TABARES, P.A.; ANGARITA, E.; CEBALLOS, A.
1028 Medidas corporales y concentración sérica y folicular de lípidos y glucosa en vacas Brahman
1029 fértiles y subfértiles. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1198-1204, 2009.
- 1030 WEI, C.; LIN, S.; WU, J.; ZHAO, G.; ZHANG, T.; ZHENG, W. Supplementing vitamin E to
1031 the ration of beef cattle increased the utilization efficiency of dietary nitrogen. **Asian-**
1032 **Australasian Journal of Animal Science**, v.29, p.372-377, 2016.
- 1033 WILSON, M.J.; KAYE, D.; SMITH, W.E.; QUACH, H.T.; SINHA, A.A.; VATASSERY,
1034 G.T. Effect of vitamin E deficiency on the growth and secretory function of the rat prostatic
1035 complex. **Experimental Molecular Pathology**, v.74, p.267-275, 2003.
- 1036 WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V.; NUTE, G.R.; SHEARD, P.R.; RICHARDSON,
1037 R.I.; HUGHES, S.I.; WHITTINGTON, F.M. Fat deposition fatty acid composition and meat
1038 quality: A review. **Meat Science**, v.78, 343-358, 2008.
- 1039 XAVIER, G.C. Efeito da suplementação alimentar com selênio + vitamina “E” em caprinos
1040 submetidos à insulação escrotal. 23f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Veterinária) –
1041 Programa de Pós-graduação, Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2007.
- 1042 XU, C.; ZUO, Z.; LIU, K.; JIA, H.; ZHANG, Y.; HAILING, L. Transcript one analysis of the
1043 Tan sheep testes: differential expression of antioxidant enzyme-related genes and proteins in
1044 response to dietary vitamin E supplementation. **Gene**, v.579, p.47-51, 2016.
- 1045 YUE, D; LEYAN, Y.; HAILING, L.; XU, X.; XIAOXIA, J. Effect of vitamin E
1046 supplementation on semen quality and the testicular cell membranal and mitochondrial
1047 antioxidant abilities in Aohan fine-wool sheep. **Animal Reproduction Science**, v.118, p.217-
1048 222, 2010.

- 1049 YOSHIKAWA, T.; NAITO, Y. Whats is oxidative stress? **Japan Medical Association**
1050 **Journal**, v.45, p. 271-276, 2008.
- 1051 YOUSSEF, M.I.; ABDALLAH, G.A.; KAMEL, K.I. Effect of ascorbic acid and Vitamin E
1052 supplementation on semen quality and biochemical parameters of male rabbits. **Animal**
1053 **Reproduction Science**, v.76, p.99-111, 2003.
- 1054 ZANI, B.H.; BARCELOS, B.; MADUREIRA, K.M. Parâmetros hematológicos e
1055 bioquímicos de ovinos da raça Dorper. **Anuário de Produção Científica Discente**, v.13,
1056 p.83-92, 2010.
- 1057 ZAPATA, J.F.F.; SEABRA, L.M.J.; NOGUEIRA, C.M. Estudo da qualidade da carne ovina
1058 do nordeste brasileiro: propriedades físicas e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**,
1059 v.20, p.274-277, 2000.
- 1060 ZEOLA, N.M.B.L; SOUZA, H.B.A; SILVA SOBRINHO, A.G. Cor, capacidade de retenção
1061 de água e maciez da carne de cordeiro maturada e injetada com cloreto de cálcio. **Arquivo**
1062 **Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.1058-1066, 2007.
- 1063 ZHONG, R.Z.; ZHOU, D.W. Oxidative stress and role of natural plant derived antioxidants in
1064 animal reproduction. **Journal of Integrative Agriculture**, v.12, p.1826-1838, 2013.
- 1065 ZUO, Z.Y.; LUO, H.L.; LIU, K.; JIA, H.N.; JIAO, Y.W.; CHANG, Y.F. Dietary vitamin E
1066 affects α -TTP mRNA levels in different tissues of the Tan sheep. **Gene**, v.541, p.1-7, 2014.
- 1067

1068 **CAPÍTULO 1 - PERFIS SANGUÍNEOS DE CARNEIROS PANTANEIROS**
1069 **SUPLEMENTADOS COM VITAMINA E PARENTERAL**

1070

1071

1072

1073

1074

1075

1076

1077

1078

1079

1080

1081

1082

1083

1084

1085

1086

1087

1088

1089

1090

1091

O artigo a seguir está redigido de acordo com as exigências para publicação na revista Czech Journal Animal Science.

1092 **Perfis sanguíneos de carneiros Pantaneiros suplementados com vitamina E parenteral**

1093 Leonardo, Ariádne Patricia¹; Souza, Maria Inês Lenz^{2*}; Cansian, Karine¹; Pandolfo, Julia¹;
1094 Chagas, Renata Alves²; Kano, Washington Takashi³; Sampaio, Breno Fernandes Barreto¹;
1095 Vargas Junior, Fernando Miranda de Vargas⁴.

1096

1097 ¹Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e
1098 Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, CEP 79070-900, Campo Grande –
1099 Brasil. ²Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, CEP 79070-
1100 900, Campo Grande – Brasil. ³Animal Care Clínica Veterinária, av. Leonardo Vilas Boas, 314
1101 - Vila Nova Botucatu. CEP 18608-227, Botucatu – SP. ⁴Universidade Federal da Grande
1102 Dourados, Departamento de Zootecnia, Rodovia Dourados- Itahun Km 12, Dourados, Mato
1103 Grosso do Sul, Brasil.

1104

1105

*Endereço para correspondência: maria.souza@ufms.br

1106

1107 Perfis sanguíneos de carneiros Pantaneiros suplementados com vitamina E parenteral**1108 Resumo**

1109 Os perfis metabólicos e hematológicos do sangue podem ser influenciados por fatores
1110 externos e internos, como alimentação, suplementações e estresse. O objetivo deste trabalho
1111 foi avaliar um possível efeito agudo, prolongado e mantido da vitamina E (VE, α -tocoferol)
1112 sobre parâmetros sanguíneos bioquímicos e hematológicos de carneiros (\pm 20 meses) que
1113 sofreram estresse nutricional na fase peridesmame, suplementados por via intramuscular. Os
1114 animais (n=20) foram divididos em grupos, recebendo um total de 4 mL de VE (1 mL/100 UI
1115 α -tocoferol) semanalmente, por 56 dias consecutivos, em diferentes volumes: GC
1116 (controle/sem aplicação), G1 (uma aplicação de 4 mL de VE), G2 (duas aplicações de 2 mL
1117 de VE) e G3 (quatro aplicações de 1 mL de VE). Colheu-se sangue ao longo do experimento
1118 para análises de perfis bioquímicos (colesterol total, triglicerídeos, creatinina, fosfatase
1119 alcalina, proteínas totais, albumina, globulina, ureia, alanina aminotransferase - ALT,
1120 aspartato aminotransferase - AST) e hematológicos. Alguns parâmetros sanguíneos tiveram
1121 variações nas suas concentrações durante o experimento, como colesterol total, albumina,
1122 globulina e AST. No G2, os níveis de colesterol foram menores ($P<0,001$), enquanto os de
1123 albumina mostraram-se maiores ($P<0,05$). Os parâmetros hematológicos não sofreram
1124 influência da vitamina E, permanecendo nos níveis de referência da espécie. Conclui-se que a
1125 utilização parenteral de 400 UI de vitamina E parenteral, nas concentrações e frequências de
1126 aplicação utilizadas em carneiros Pantaneiros, não causou efeitos marcantes sobre perfil
1127 hematológico. Já no perfil bioquímico, a dose de 400 UI em 4 mL subdividida em duas
1128 aplicações de 2 mL influenciou em alguns parâmetros, como colesterol, creatinina, globulina
1129 e AST.

1130

1131 **Palavras-chave:** α -tocoferol, colesterol, células sanguíneas, parâmetros hematológicos.

1132 **Blood profiles of indigenous Pantaneiro rams supplemented with vitamin E via**
1133 **parenteral**

1134 **Abstract**

1135 Metabolic and hematological blood profiles may be influenced by external and internal
1136 factors such as diet, supplementation, and stress. The objective of this study was to evaluate a
1137 possible prolonged and sustained effect of vitamin E (VE, α -tocopherol) on biochemical and
1138 hematological blood parameters of sheep (\pm 20 months) that underwent nutritional stress in
1139 the peri-weaning phase supplemented by intramuscular route. The animals (n = 20) were
1140 divided into groups, receiving a total of 4 mL of VE (1 mL / 100 IU-tocopherol) weekly, for
1141 56 consecutive days, in different volumes: GC (control / without application), G1 (an
1142 application of 4 mL of LV), G2 (two applications of 2 mL of LV) and G3 (four applications
1143 of 1 mL of LV). Blood was collected throughout the experiment for analysis of biochemical
1144 profiles (total cholesterol, triglycerides, creatinine, alkaline phosphatase, total proteins,
1145 albumin, globulin, urea, alanine aminotransferase - ALT, aspartate aminotransferase - AST)
1146 and haematological profiles. Some blood parameters had variations in their concentrations
1147 during the experiment, such as total cholesterol, albumin, globulin and AST. In G2,
1148 cholesterol levels were lower (P <0.001), while albumin levels were higher (P <0.05).
1149 Hematological parameters were not influenced by vitamin E, remaining at the reference levels
1150 of the species. It was concluded that the parenteral use of 400 IU of parenteral vitamin E at
1151 the concentrations and frequencies of application in Pantaneiros sheep did not cause marked
1152 effects on the hematological profile. In the biochemical profile, the dose of 400 IU in 4 mL
1153 subdivided into two 2 mL applications influenced in some parameters, such as cholesterol,
1154 creatinine, globulin and AST.

1155 **Key-words:** α -tocopherol, blood cells, cholesterol, haematological parameters.

1156 **Introdução**

1157 A avaliação do status nutricional de um rebanho pode ser realizada através da
1158 determinação de alguns metabólitos sanguíneos (Peixoto e Osório, 2007). As concentrações
1159 destes metabólitos são influenciadas por diferentes fatores, como alimentação e situações de
1160 estresse em diferentes fases da vida, especialmente durante o desenvolvimento dos animais.
1161 Os mecanismos de defesa contra o estresse oxidativo destes indivíduos podem, também, não
1162 ser efetivos, tornando-o susceptível às alterações na síntese de alguns metabólitos ou, até
1163 mesmo, a algum tipo de doença (Rao et al., 2011). As concentrações de metabólitos
1164 bioquímicos no sangue também podem afetar as concentrações hormonais e o balanço dos
1165 seus eixos controladores, refletindo-se na composição corporal (Roche et al., 2011), incluindo
1166 plasma sanguíneo e seminal, podendo interferir diretamente na capacidade produtiva e
1167 reprodutiva do animal (Blache et al., 2006).

1168 A vitamina E ou tocoferol é um nutriente lipossolúvel essencial, reconhecido como
1169 poderoso antioxidante (Jiang, 2014; Zuo et al., 2017). Sua presença natural se dá em
1170 pastagens ou sementes de oleaginosas (NRC, 2007; Álvarez et al., 2014), porém, suas
1171 concentrações não são capazes de suprir as exigências nutricionais dos animais, sendo
1172 necessária uma suplementação, visto que esta não é armazenada em grandes quantidades no
1173 organismo, mas tem exigência diária (NRC, 2007; Cheeke e Dierenfeld, 2010; Álvarez et al.,
1174 2014). A ação antioxidante da vitamina E inibe a lipoperoxidação (LPO) das membranas e os
1175 danos por ela gerados aos tecidos (Hong et al., 2009; Yue et al., 2010; Jiang, 2014; Xu et al.,
1176 2016). Ela também controla a biossíntese hormonal, produção de heme, integridade da
1177 membrana dos eritrócitos, dificulta a agregação plaquetária (Sikka, 2004; Cheeke e
1178 Dierenfeld, 2010).

1179 É comum a utilização da vitamina E na alimentação animal em busca de respostas
1180 fisiológicas; entretanto, a adição de diferentes ingredientes na dieta resulta em distintos
1181 modelos de fermentação ruminal e produtos de digestão pós-ruminal, os quais, ao atingirem o
1182 sangue, podem ter efeitos marcantes ou não sobre as concentrações de metabólitos sanguíneos
1183 (Roche et al., 2011). A suplementação oral diária com altas doses de vitamina E é realizada
1184 (Wei et al., 2016), na tentativa de diminuir uma possível interferência do rúmen. Segundo
1185 Brown (2003), durante a absorção para a corrente sanguínea e a passagem pelo fígado, pode
1186 haver redução da biodisponibilidade destes compostos. Uma absorção efetiva da vitamina E
1187 pode ser alcançada quando se evita o trato gastrointestinal, através do uso parenteral, já que na
1188 forma oral a perda é de praticamente 50% através das fezes (Traber, 2009). O objetivo deste

1189 estudo foi avaliar se a administração parenteral de 400 UI de vitamina E, em diferentes
1190 volumes e números de aplicações, causaria efeitos agudos, prolongados e mantidos sobre os
1191 parâmetros sanguíneos de perfis bioquímicos e hematológicos de carneiros Pantaneiros não
1192 castrados e que sofreram estresse nutricional na fase peridesmame.

1193 **Materiais e métodos**

1194 O experimento foi conduzido em conformidade com as diretrizes do Conselho
1195 Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), aprovado pela Comissão de
1196 Ética no Uso de Animais da Universidade Federal da Grande Dourados (CEUA/UFGD), sob
1197 o número 19/2017.

1198 **Animais experimentais e local de experimento:**

1199 A partir do rebanho da Fazenda Escola da Universidade Federal da Grande Dourados
1200 (UFGD), Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil (latitude 22°13'16"S e longitude
1201 54°48'20"W, altitude 430 metros), conduziu-se o experimento com 20 carneiros Pantaneiros
1202 (cerca de 20 meses de idade), localmente adaptados, criados e mantidos em pastagem natural
1203 (*Brachiaria brizantha* cv. Piatã), em condições ambientais desfavoráveis por seca intensa
1204 durante o seu crescimento inicial (período de amamentação e desmame), com escore de
1205 condição corporal (ECC; escala de 1-5; Pugh, 2004) inicial de 2,0±0,4 e peso vivo de
1206 33,5±5,14 kg. Os animais foram, inicialmente, submetidos ao exame clínico geral e especial
1207 (Pugh, 2004; Gouletsou e Fthenakis, 2010), para atestar sua condição de saúde física e
1208 reprodutiva, além de receberem vermifugação (monepantel, Zolvix®) antes da entrada no
1209 confinamento.

1210 Após os exames físicos, alocaram-se os 20 machos em baias individuais, dispostos de
1211 forma aleatória e não fixa, alimentando-os com uma dieta (Tabela 1) à base de 50% de
1212 concentrado comercial (OviBochi®) e 50% de volumoso (feno de aveia e feno de capim
1213 *Brachiaria brizantha* cv. Piatã), duas vezes ao dia (manhã e tarde), com água *ad libitum*, de
1214 acordo com suas necessidades diárias para manutenção (NRC, 2007).

1215 O experimento ocorreu de fevereiro a maio de 2017, sendo os primeiros 30 dias de
1216 adaptação à dieta, ao manejo e às instalações, seguidos por 56 dias de experimento.

1217 **Grupos experimentais:**

1218 Distribuiu-se, aleatoriamente, em um delineamento inteiramente casualizado, os 20
1219 animais em quatro tratamentos, com cinco machos em cada um deles. Cada grupo recebeu
1220 uma diferente frequência de aplicação para 400 UI de vitamina E (α -tocoferol; Monovin-E®,

1221 Bravet), por via intramuscular, em momentos distintos, contidos no volume total semanal
1222 recebido pelos animais de 4 mL, sendo que cada 1 mL continha 100 UI de α -tocoferol.
1223 Considerou-se como dia 0 (D₀) a data da primeira aplicação da vitamina E, visando avaliar
1224 um efeito agudo e mantido da mesma. Os grupos foram os seguintes:

1225 - **Grupo controle (GC):** não recebeu vitamina E (0 UI de α -tocoferol);

1226 - **Grupo 1 (G1):** recebeu uma injeção intramuscular de vitamina E de 4 mL, contendo 400 UI
1227 de α -tocoferol, por semana, ao longo dos 56 dias do experimento;

1228 - **Grupo2 (G2):** recebeu duas injeções intramusculares de vitamina E de 2 mL, contendo 200
1229 UI de α -tocoferol em cada uma delas, em dois dias seguidos, por semana, ao longo dos 56
1230 dias do experimento;

1231 - **Grupo 3 (G3):** recebeu quatro injeções intramusculares de vitamina E de 1 mL, contendo
1232 100 UI de α -tocoferol em cada uma delas, em quatro dias seguidos, ao longo dos 56 dias do
1233 experimento.

1234 **Colheitas e quantificações de sangue:**

1235 A cada 14 dias, por 56 dias consecutivos, constituindo os momentos 14, 28, 42 e 56
1236 dias (M₁₄, M₂₈, M₄₂, M₅₆), colheu-se sangue dos animais por venopunção jugular, em tubos de
1237 vácuo sem e com anticoagulante (EDTA), visando à obtenção de soro e plasma para
1238 realização de hemograma e dosagens de perfis bioquímicos. As amostras colhidas foram
1239 centrifugadas, e o soro e plasma obtidos ficaram estocados a -20°C até a realização das
1240 referidas dosagens.

1241 As avaliações do hemograma foram realizadas em laboratório particular, em
1242 Dourados, MS, Brasil, para os valores hematológicos referentes ao volume globular (VG) ou
1243 hematócrito, à concentração de hemoglobina (Hb), à contagem de hemácias (He), aos índices
1244 hematimétricos Volume Corpuscular Médio (VCM), Hemoglobina Corpuscular Média
1245 (HCM) e Concentração Hemoglobínica Corpuscular Média (CHCM), número de plaquetas e à
1246 contagem total e diferencial dos leucócitos (linfócitos, monócitos, eosinófilos), conforme
1247 técnicas preconizadas por Birgel (1982).

1248 Na quantificação dos perfis bioquímicos de colesterol total, creatinina, fosfatase
1249 alcalina - FA, proteínas totais, albumina, globulina, ureia, alanina aminotransferase - ALT, e
1250 aspartato aminotransferase – AST nas amostras sanguíneas utilizaram-se kits comerciais
1251 (Bioclin – Albumina Monoreagente, Colesterol Monoreagente, Creatinina Cinética, Fosfatase
1252 Alcalina Cinética, Proteínas Totais Monoreagente, Transaminase ALT (TGP) Cinética,
1253 Transaminase AST (TGO) Cinética, Triglicérides Monoreagente, Uréia UV, Globulina), por

1254 colorimetria em um analisador multi-paramétrico Cobas, no Laboratório VetLab, Botucatu,
1255 SP, Brasil.

1256 **Análise estatística**

1257 Inicialmente, todos os dados passaram pelo teste de normalidade Anderson-Darling,
1258 sendo avaliados possíveis *outliers*. Os dados foram submetidos à análise de variância (GLM)
1259 e, quando verificados efeitos significativos dos tratamentos, aplicou-se teste de médias de
1260 Bonferroni ($P < 0,05$), utilizando-se o programa estatístico SPSS 13.0 (2005). Como efeito
1261 fixo, estudou-se o número de aplicações (quatro tratamentos), em função do tempo (quatro
1262 períodos de avaliação com intervalos de 14 dias), para as variáveis dependentes dos
1263 parâmetros bioquímicos e hematológicos. Para os estudos em função do tempo, considerou-se
1264 como co-variável o efeito de período. A aplicação de vitamina E foi, também, estudada
1265 independentemente do número de aplicações contrastada com o tratamento controle (4 mL
1266 vitamina E x controle). Os resultados foram expressos em médias (\pm) e erro padrão.

1267 **Resultados**

1268 Ao início do experimento, os animais apresentaram peso corporal médio de $33,50 \pm$
1269 $5,14$ kg, com ECC médio de $2,0 \pm 0,4$, atingindo $40,75 \pm 6,02$ kg e $2,9 \pm 0,4$ de ECC aos 56
1270 dias de confinamento, sem diferenças estatísticas entre estes momentos ($P > 0,05$).

1271 O perfil hematológico dos carneiros pode ser visualizado na Tabela 2, mantendo-se, ao
1272 longo do experimento, dentro dos intervalos de valores fisiológicos definidos para espécie
1273 ovina (hemácias = $9-17,5 \times 10^6/\mu\text{L}$; hematócrito = 27-45%; hemoglobina = 9-15,8 g/dL;
1274 VCM = 28-40 f/L; CHCM = 31-34%; plaquetas = $2,4-7,0 \times 10^5/\mu\text{L}$; leucócitos = 4.000-
1275 12.000/ μL ; linfócitos = 2.000-9.000/ μL ; monócitos = 0-600/ μL ; eosinófilos = 0-1.000/ μL ;
1276 Pugh 2004) sem nenhuma diferença estatística observada nos resultados obtidos ($P > 0,05$). O
1277 grupo experimental, os momentos e o contraste (controle x vitamina E) não influenciaram
1278 ($P > 0,05$) os parâmetros hematológicos referentes à concentração de hemácias, hematócrito,
1279 hemoglobina, VCM, CHCM, plaquetas e linfócitos. Já os leucócitos sofreram alterações
1280 significativas ao longo do tempo, apresentando efeito de período ($P < 0,05$). Dentre os
1281 leucócitos, monócitos e eosinófilos houve uma grande variação, representada pelo erro
1282 padrão, mas sem influência do grupo experimental ($P > 0,05$), apresentando somente diferença
1283 para o momento na concentração de monócitos ($P < 0,05$).

1284 Na análise dos parâmetros bioquímicos, houve variações entre os grupos
1285 experimentais e/ou entre os momentos de aplicação da vitamina E (Tabela 3). O colesterol
1286 total ($P < 0,001$), a albumina ($P < 0,01$), as proteínas totais ($P < 0,05$) e a AST ($P < 0,05$) diferiram

1287 entre os grupos de tratamento, enquanto os outros parâmetros avaliados, globulina, FA,
1288 creatinina, ureia e ALT não foram influenciados pelos tratamentos ($P>0,05$). As diferenças
1289 entre grupos encontravam-se, principalmente, em relação ao G2, em que o colesterol total foi
1290 menor, enquanto a AST mostrou-se maior neste mesmo grupo. A albumina e as proteínas
1291 totais foram mais elevadas neste grupo em relação ao G3.

1292 Quando se comparam os grupos de tratamentos dentro dos momentos de aplicação
1293 (Figura 1), alguns parâmetros se destacam em relação aos outros. O colesterol total, no G2,
1294 mostrou-se significativamente menor em relação aos demais nos momentos M_{28}
1295 ($49,4\pm 1,89$ mg/dL; $P<0,001$) e M_{56} ($57,2\pm 3,51$ mg/dL; $P<0,05$), sendo neste momento menor
1296 em relação ao GC ($88,4\pm 3,51$ mg/dL), mas pode-se observar um limite de significância no
1297 M_{42} (G2 = $60,5\pm 2,56$ mg/dL; $P=0,057$).

1298 Nos momentos M_{14} ($P<0,001$) e M_{28} ($P<0,05$), as aplicações de vitamina E
1299 influenciaram a creatinina significativamente no G1, com maior valor no M_{14}
1300 ($0,90\pm 0,03$ mg/dL) e menor no M_{28} ($0,72\pm 0,03$ mg/dL), neste último momento em relação ao
1301 GC ($1,04\pm 0,03$ mg/dL).

1302 As concentrações de globulina no M_{56} mostraram-se maiores no G2 ($4,07\pm 0,09$ g/dL;
1303 $P<0,05$), principalmente em relação ao G3 ($3,32\pm 0,09$ g/dL). Já os níveis de AST diferiram
1304 entre os grupos também no M_{56} , em que o G2 foi maior ($99,5\pm 3,67$ U/L; $P<0,05$) que o GC
1305 ($65,3\pm 3,67$ U/L), o que já podia ser verificado como uma tendência no M_{14} ($81,0\pm 2,76$ U/L;
1306 $P=0,077$). Os outros parâmetros analisados não apresentaram diferenças entre si, quando
1307 comparados dentro dos momentos.

1308 **Discussão**

1309 Os machos utilizados eram oriundos de um rebanho que sofreu restrições alimentares
1310 no período pré-púbere, decorrentes de uma estiagem ocorrida na região. É conhecido que, em
1311 ruminantes, o status metabólico prévio influencia a resposta dos animais às variações
1312 nutricionais, especialmente quando relacionadas aos níveis de energia, através da “memória
1313 metabólica”, a qual influenciará no controle da síntese e secreção de hormônios metabólicos
1314 (Blache et al., 2006). Por este motivo, talvez, os animais não ganharam peso de forma
1315 significativa até a idade de saída do confinamento, com um peso inicial médio de $33,50 \pm 5,14$
1316 kg e final de $40,75 \pm 6,02$ kg, mas mantiveram suas condições corporais estabilizadas, já que
1317 a dieta que receberam foi para manutenção corporal, ainda que tivessem uma menor demanda
1318 física pela condição de confinamento em baias.

1319 Serafim et al. (2016), avaliando as características andrológicas e morfológicas de
1320 carneiros Pantaneiros, encontraram nesses animais com idade de 24 meses ($\pm 10,4$) um peso
1321 médio de 41 kg ($\pm 8,5$), valor próximo ao encontrado neste estudo. Em condições ideais de
1322 dieta para a demanda do animal, o ECC também permaneceu relativamente constante (Blache
1323 et al. 2000), como verificado neste experimento. Por outro lado, é importante considerar que a
1324 manutenção do peso corporal também é um fator compensatório em resposta à privação
1325 sofrida por estes animais na fase inicial de vida.

1326 Vários fatores internos e externos podem influenciar os parâmetros hematológicos e
1327 bioquímicos, o que impacta na aplicação destas variáveis para inferir sobre a performance
1328 produtiva dos animais (Bourgon et al., 2017). Ao analisar-se a Tabela 2, a vitamina E não
1329 demonstrou efeitos no perfil hematológico dos animais, já que os tratamentos não
1330 influenciaram em nenhum parâmetro analisado (exceto monócitos). A hemoglobina, por
1331 exemplo, é utilizada como um marcador de hígidez dos animais, e percebe-se que eles
1332 permaneceram saudáveis durante o período experimental, mesmo que tenham sofrido algum
1333 tipo de estresse ao início do confinamento, pela mudança de manejo. Também indica um
1334 controle da carga parasitária presente nestes animais, refletida pela ausência de anemia,
1335 evidenciada na concentração de hemoglobina e no hematócrito. Em animais saudáveis, o
1336 valor da hemoglobina, normalmente, corresponde a cerca de um terço do valor do hematócrito
1337 (Thrall et al., 2015), confirmado pelos dados da Tabela 2.

1338 Já as plaquetas, envolvidas nos processos de coagulação sanguínea, e as células da
1339 série branca, sejam elas granulócitos (eosinófilos) e células mononucleares (linfócitos e
1340 monócitos), poderiam indicar processos inflamatórios com demandas por células de defesa (e
1341 incremento nos leucócitos e linfócitos) e, mesmo, situações de estresse (inclusive por
1342 parasitismo), com aumento de eosinófilos e monócitos, fatos não evidenciados neste
1343 experimento, pois estes parâmetros permaneceram dentro dos padrões fisiológicos
1344 referenciados na literatura para a categoria animal (Pugh, 2004; Silva et al., 2014). A variação
1345 verificada nos monócitos pode refletir uma resposta dos animais à dor crônica da aplicação
1346 intramuscular da vitamina E, cujo veículo é uma solução oleosa, principalmente no G3, com
1347 quatro aplicações, como citado por Thrall et al. (2015).

1348 O estado metabólico depende da massa de alimento consumido, das reservas corporais
1349 e da taxa de gasto de energia, com modificações em qualquer um destes fatores podendo
1350 influenciar as capacidades produtiva e reprodutiva (Blache et al., 2006). Os parâmetros
1351 bioquímicos mostrados na Tabela 3 também se mantiveram dentro dos limites esperados para
1352 a espécie e categoria (Pugh, 2004; Silva et al., 2014), com alguns deles apresentando

1353 variações dentro destes limites. A suplementação com a vitamina E no G2 parece ter
1354 influenciado as concentrações de colesterol total, albumina, proteínas totais e AST, em
1355 relação aos outros grupos experimentais, e colesterol total, creatinina, ureia e ALT com
1356 relação aos momentos avaliados.

1357 No perfil energético, incluem-se o colesterol total e os triglicérides, que fornecem
1358 base para avaliação do balanço energético, indicando o grau de deposição e de mobilização
1359 das reservas de energia na forma de gordura (Hossner, 2005; Fernandes et al., 2012). O
1360 colesterol total do G2 foi menor que o dos outros grupos, e isso manifestou-se
1361 significativamente no M₂₈, com uma tendência de se manter menor no M₄₂ e permanecendo
1362 mais baixo no M₅₆ (Figura 1). O colesterol é um importante componente das membranas
1363 celulares dos animais e é precursor da síntese dos hormônios esteroidais, da vitamina D e dos
1364 ácidos biliares (Thrall et al., 2015). Sabe-se que os níveis de colesterol total plasmático são
1365 indicadores adequados do total de lipídeos no plasma, pois, segundo Villa et al. (2009),
1366 correspondem a cerca de 30% do total e têm uma relação direta com a alimentação do animal,
1367 com o que também concordam Fernandes et al. (2012). Os animais do G3 receberam a dose
1368 semanal de 400 UI de vitamina E subdividida em quatro injeções num período de quatro dias
1369 consecutivos; já o G1 recebeu apenas uma dose semanal, com a maior quantidade de uma só
1370 vez, podendo, assim, ter sofrido um estresse mais intenso por este manejo, levando à maior
1371 liberação de colesterol através da ação do cortisol, via lipase hormônio-sensível, pois,
1372 conforme Hossner (2005), a mobilização dos estoques de gordura ocorre quando a ingestão de
1373 energia na dieta está reduzida ou quando o animal é sujeito ao estresse. No entanto, esse efeito
1374 não foi acompanhado de modificações no leucograma, que poderiam ser esperadas em
1375 resposta às situações estressantes (Thrall et al., 2015).

1376 O aumento na concentração de colesterol total no sangue pode ocorrer em razão da
1377 elevação da demanda necessária para digestão, absorção e transporte de ácidos graxos de cadeia
1378 longa ingeridos (Freitas Júnior et al., 2010) na forma de colesterol e lipoproteínas (Fernandes et
1379 al., 2012), e isto pode ter-se manifestado mais intensamente nos animais dos GC, G1 e G3. Além
1380 disso, é importante salientar que as concentrações sanguíneas de colesterol total e/ou
1381 lipoproteínas refletem o balanço de um momento mais próximo à colheita, ou seja, a
1382 alimentação recebida recentemente, ao contrário do ECC, que reflete o balanço de energia no
1383 tempo (Villa et al., 2009). Por outro lado, níveis menores de colesterol no sangue podem ser
1384 indicativos de reduzidas lipogênese, transporte lipídico e biossíntese de colesterol (Bourgon et
1385 al., 2017), uma vez que os herbívoros necessitam sintetizar o seu próprio colesterol (Thrall et

1386 al., 2015), o que poderia se refletir no ECC, fato não verificado nos resultados deste
1387 experimento.

1388 Os triglicerídeos não apresentaram variações entre os grupos ($P>0,05$) ou entre os
1389 momentos de aplicação, de forma distinta ao verificado para o colesterol total. Já no
1390 experimento de Wei et al. (2016), a suplementação de vitamina E (150-300 UI/dia) por via
1391 oral, em machos bovinos confinados, aumentou as concentrações plasmáticas de triglicerídeos
1392 e tendeu a aumentar as proteínas totais. Os triglicerídeos servem, principalmente, como fonte
1393 de energia metabólica celular, acumulando-se no tecido adiposo, seu principal local de
1394 metabolismo endógeno nos ruminantes, de onde são mobilizados em resposta às demandas de
1395 energia do corpo (Espinoza et al., 2008), mas os ruminantes têm uma baixa capacidade de
1396 síntese desses lipídeos, especialmente em condições nutricionais próximas às naturais
1397 (Fernandes et al., 2012), como fornecida neste experimento.

1398 O perfil proteico, que engloba os resultados de proteínas totais, albumina, globulina,
1399 creatinina e ureia, apresentou algumas variações entre os grupos (Tabela 3) e entre os
1400 momentos de aplicação (Figura 1). O estudo das proteínas totais permite avaliar o status
1401 nutricional proteico dos animais, pois sua diminuição no plasma relaciona-se à deficiência
1402 proteica na alimentação, se descartadas causas patológicas (Peixoto e Osório, 2007).

1403 As proteínas totais, assim como a albumina, foram mais elevadas no G2 em relação ao
1404 G3, e as concentrações de globulina também estavam mais elevadas no G2 no M₅₆. As
1405 concentrações de proteínas séricas, inclusive albumina e globulina, são afetadas por
1406 numerosos fatores (Braun et al., 2010), e sua quantificação pode fornecer subsídios para
1407 avaliação das condições hepáticas dos animais, pois a taxa de síntese de proteínas está
1408 diretamente relacionada com o estado nutricional do animal e com a função hepática (NRC,
1409 2007). Nos animais do G2, ainda que o colesterol total estivesse mais elevado em relação aos
1410 demais, a síntese de proteínas estava elevada (refletida pelas proteínas totais, albumina e
1411 globulina), e isso poderia estar sendo mantido pela degradação de reservas lipídicas dos
1412 mesmos, aumentando o colesterol circulante, em intensidade menor, que não levou à perda de
1413 peso ou à manifestação clínica de cetoacidose.

1414 Os valores de proteínas totais e de albumina são, reconhecidamente, maiores em
1415 animais jovens em relação aos adultos (Martin et al., 2004; Meira Júnior et al., 2009), como
1416 os carneiros deste experimento. Em casos de parasitoses intensas, as concentrações de
1417 proteínas totais e de albumina encontram-se reduzidas (Braun et al., 2010), associadas às
1418 alterações hematológicas citadas anteriormente; portanto, pode-se inferir que os animais dos
1419 quatro grupos estavam com a carga parasitária controlada.

1420 Os dois principais tipos de proteínas do plasma são albumina e globulinas. A albumina
1421 sérica é considerada como o indicador mais sensível para determinar o status nutricional
1422 proteico em longo prazo (Peixoto e Osório, 2007; Peixoto et al., 2010), sendo detectáveis em
1423 cerca de um mês, devido à baixa velocidade de síntese e degradação (Martin et al., 2004). Esta
1424 mudança lenta pode ser verificada no G2 com relação às globulinas, mais elevadas apenas no
1425 último momento de aplicação. A albumina, além de controlar o volume sanguíneo, mantendo a
1426 pressão oncótica do compartimento sanguíneo, também serve como carreadora para moléculas
1427 de baixa solubilidade em água, isolando sua natureza hidrofóbica, tais como hormônios
1428 solúveis em lipídeos, sais biliares, bilirrubina conjugada, ácidos graxos livres, cálcio e outros
1429 íons e algumas drogas (Peixoto e Osório, 2007; Meira Júnior et al., 2009; Djuricic et al., 2011).

1430 A ureia sanguínea é um indicador importante do suprimento e/ou da utilização de
1431 proteína alimentar em ovinos, especialmente em curto prazo, e está diretamente relacionada
1432 aos níveis proteicos da ração e à relação energia/proteína da dieta (Peixoto e Osório, 2007;
1433 Peixoto et al., 2010), influenciada pelo status nutricional do animal, relacionada com
1434 crescimento magro (Braun et al., 2010). No presente experimento, a ureia não apresentou
1435 variações, pois os animais estudados, jovens, provavelmente apresentavam boa conversão da
1436 proteína alimentar, resultando em níveis fisiológicos satisfatórios de ureia sanguínea,
1437 referenciados na literatura, refletindo também adequada função renal (Pugh, 2004; Santana et
1438 al., 2009; Zani et al., 2010; Silva et al., 2014; Thrall et al., 2015). Animais jovens podem ter
1439 uma melhor capacidade de conversão de nitrogênio em aminoácidos e proteínas (Bourgon et
1440 al., 2017). De forma distinta ao verificado nos animais que receberam a vitamina E, González e
1441 Silva (2006) afirmam que as alterações nas concentrações de albumina, geralmente, são
1442 acompanhadas por variações na ureia sérica, pois, quando as duas variáveis diminuem,
1443 indicam deficiência proteica e, quando a albumina diminui e os níveis de ureia permanecem
1444 normais ou elevados, associados ao aumento de enzimas, isto pode ser indicativo de falha
1445 hepática, condições que não foram observadas neste experimento.

1446 A creatinina é formada no músculo a partir da creatina fosfato por desidratação
1447 irreversível, e seus níveis sanguíneos dependem da massa muscular e refletem a taxa de
1448 filtração glomerular, devido a sua total excreção renal, com níveis altos deste metabólito
1449 indicando deficiência na função renal (González e Silva, 2006; Thrall et al., 2015). Os
1450 animais mostraram níveis mais elevados de creatinina nos grupos G1 e G2 em relação aos GC
1451 e G3 no M₁₄, enquanto no M₂₈ o GC foi maior que o G1, indicando uma variabilidade neste
1452 parâmetro com relação aos grupos, especialmente G1 e GC, mas ainda dentro dos valores
1453 médios referidos na literatura (Pugh, 2004; Santana et al., 2009; Zani et al., 2010; Silva et al.,

1454 2014). Caldeira et al. (2007) relatam que há uma correlação positiva entre conteúdo corporal
1455 de creatinina, que é dependente da massa muscular e do ECC, e taxa de proteólise e utilização
1456 de compostos endógenos de nitrogênio. Os carneiros estavam em ECC $2,0 \pm 0,4$, o que pode
1457 ter proporcionado uma baixa taxa de proteólise, em função de menor massa muscular pela
1458 própria constituição corporal da raça Pantaneira, e pela maior utilização de lipídeos, além do
1459 fato de estarem confinados, com menor demanda de atividade muscular, o que explicaria as
1460 variações na creatinina sanguínea.

1461 O perfil de enzimas hepáticas foi representado pelas concentrações de FA, AST e
1462 ALT, as quais refletem a função hepática e possíveis lesões musculares (Thrall et al., 2015). A
1463 FA origina-se principalmente no fígado, mas em animais jovens também em outros tecidos, e
1464 correlaciona-se ao crescimento dos animais e à ingestão alimentar (Bourgon et al., 2017). Os
1465 animais em crescimento têm uma maior atividade celular, e mitocondrial, que se reflete
1466 também pela secreção de FA (Zani et al., 2010), a qual manteve-se dentro dos limites
1467 fisiológicos da espécie (Pugh, 2004; Zani et al., 2010) e sem variações entre os grupos
1468 experimentais e os momentos de aplicação da vitamina E. A AST foi maior no G2,
1469 especialmente no M₅₆ em relação ao GC, mas com tendências nos M₁₄ e M₂₈.

1470 Ao avaliar-se o perfil bioquímico, percebe-se que as variações maiores ocorreram no
1471 G2, inclusive com participação de respostas hepáticas, mas sem extrapolar os limites
1472 fisiológicos da espécie. A AST é uma enzima que catalisa a transaminação de aspartato e α -
1473 cetoglutarato em oxalacetato e glutamato, mais abundante no fígado e nos músculos, sendo
1474 sua concentração indicativa de danos nesses tecidos (Silva et al., 2014). Segundo González e
1475 Silva (2006), altas concentrações de AST podem ser observadas em hepatite infecciosa e
1476 tóxica, cirrose, obstrução biliar e fígado gorduroso, além de casos de hemólise, deficiência de
1477 selênio/vitamina E no exercício físico intenso. Em ruminantes, a AST, é um bom indicador de
1478 funcionamento hepático e, embora os níveis desta enzima encontrados neste estudo tenham
1479 sido estatisticamente diferentes entre si, os valores mantiveram-se dentro do normal esperado
1480 em animais saudáveis (60 a 280 U/L; Pugh, 2004; Santana et al., 2009; Silva et al., 2014).

1481 A ALT pode ser usada como um marcador de dano hepático em ovinos, aumentando
1482 rapidamente, enquanto a FA tem menor especificidade nesta função (Braun et al., 2010). As
1483 duas enzimas apresentaram concentrações normais para a espécie e categoria nos animais
1484 estudados, indicando que estavam saudáveis.

1485 **Conclusão**

1486 Pode-se concluir que a utilização parenteral de 400 UI de vitamina E, nas frequências
1487 e volumes de aplicação utilizadas em carneiros Pantaneiros que sofreram estresse nutricional

1488 na fase peridesmame, não causou efeitos marcantes sobre o perfil hematológico. Já no perfil
1489 bioquímico, a dose de 400 UI subdividida em duas aplicações de 2 mL influenciou em alguns
1490 parâmetros, como colesterol, creatinina, globulina e AST, mas sem caracterizar alterações nos
1491 animais. Novos estudos com doses maiores e/ou outras frequências de aplicação podem ajudar
1492 a alcançar resultados melhores.

1493 **Agradecimentos**

1494 O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal
1495 de Nível Superior - Brasil (CAPES) – “Código de Financiamento 001”, Fundect (Pronem
1496 083/2015) e Laboratório Bravet.

1497

1498 **Referências**

- 1499 Álvarez, R., Meléndez-Martínez, A.J., Vicario, I.M., Alcalde, M.J., 2014. Effect of pasture
1500 and concentrate diets on concentrations of carotenoids, vitamin A and vitamin E in plasma
1501 and adipose tissue of lambs. *J. Food Comp. Anal.* 36, 59-65.
- 1502 Birgel, E.H, 1982. Hematologia clínica veterinária, In: Birgel E.H. e Benesi F.J. (Ed.),
1503 Patologia Clínica Veterinária, São Paulo.
- 1504 Blache, D., Zhang, S., Martin, G.B., 2006. Dynamic and integrative aspects of the regulation
1505 of reproduction by metabolic status in male sheep. *Reprod. Nutr. Dev.* 46, 379-390.
- 1506 Blache, D., Chagas, L.M., Blackberry, M.A., Vercoe, P.E., Martin, G.B., 2000. Metabolic
1507 factors affecting the reproductive axis in male sheep (Review). *J. Reprod. Fert.* 120, 1-11.
- 1508 Bourgon, S.L., Amorim, M.D., Miller, S.P., Montanholi, Y.R., 2017. Associations of blood
1509 parameters with age, feed efficiency and sampling routine in young beef bulls. *Livest. Sci.*
1510 195, 27-37.
- 1511 Braun, J.P., Trumel, C., Bézille, P., 2010. Clinical biochemistry in sheep: A selected review.
1512 *Small Rumin. Res.* 92, 10-18.
- 1513 Brown, A.S., 2003. Farmacocinética: distribuição e destino das drogas no organismo, em:
1514 Adams, RH (Ed.), *Farmacologia e Terapêutica em Veterinária*, Rio de Janeiro.
- 1515 Caldeira, R.M., Belo, A.T., Santos, C.C., 2007. The effect of body condition score on blood
1516 metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small Rumin. Res.* 68, 233-241.
- 1517 Cheeke, P.R., Dierenfeld, E.S., 2010. *Comparative Animal Nutrition and Metabolism*.
1518 Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- 1519 Djuricic, D., Dobranic, T., Grizelj, J., Gracner, D., Harapin, I., Stanin, D., Folnozic, I., Getz,
1520 I., Cvitkovic, D., Samardzija, M., 2011. Concentrations of total proteins and albumins, and
1521 AST, AP, CK and GGT activities in the blood serum Boer and Saanen goats during
1522 puerperium. *Reprod. Domest. Anim.* 46, 674-677.
- 1523 Espinoza, J.L., Palacios, A., Ortega, R., 2008. Efecto de la suplementación de grasas sobre las
1524 concentraciones séricas de progesterona, insulina, somatotropina y algunos metabolitos de los
1525 lípidos en ovejas Pelibuey. *Arch. Med. Vet.* 40, 135-140.
- 1526 Feldman, B.F., Zinkl, J.G., Jain, C.N., 2000. *Schalm's veterinary hematology*. 5th ed.
1527 Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1344.

- 1528 Fernandes, S.R., Freitas, J.A., Souza, D.F., Kowalski, L.H., Dittrich, R.L., Rossi Júnior, P.,
1529 Silva, C.J.A., 2012. Lipidograma como ferramenta na avaliação do metabolismo energético
1530 em ruminantes. R. Bras. Agroc. 18, 21-32.
- 1531 Freitas Júnior, J.E., Rennó, F.P., Silva, L.F.P., 2010. Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras
1532 suplementadas com diferentes fontes de gordura. Cienc. Rural. 40, 950-956.
- 1533 González, F.H.D., Silva, S.C., 2006. Introdução à bioquímica clínica veterinária. 2ªed. Porto
1534 Alegre, Rio Grande do Sul.
- 1535 Gouletsou, P.G., Fthenakis, G.C., 2010. Clinical evaluation of reproductive ability of rams.
1536 Small Rumin. Res. 92, 45-51.
- 1537 Gressler, M.A.L., Souza, M.I.L.; Souza, A.S.; Filiú, W.F.O.; Agüena, S.M.; Franco, G.L.,
1538 2015. Respostas bioquímicas de ovelhas submetidas a *flushing* de curto prazo em região
1539 subtropical. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim. 16, 210-222.
- 1540 Hong, Z., Hailing, L., Hui, M., Guijie, Z., 2009. Effect of vitamin E supplementation on
1541 development of reproductive organs in Boer goats. Anim. Reprod. Sci. 113, 93-101.
- 1542 Hossner, K.L., 2005. Hormonal regulation of farm animal growth. CABI Publishing,
1543 Cambridge.
- 1544 Jiang, Q., 2014. Natural forms of vitamin E: metabolism, antioxidant, and anti-inflammatory
1545 activities and their role in disease prevention and therapy. Free Radical Biol. Med. 72, 76-90.
- 1546 Kaneko, J.J., Harvey, J.W., Bruss, M.L., 2008. Clinical biochemistry of domestic animals. 5ª
1547 ed. New York: Academic Press.
- 1548 Martin, G.B., Rodger, J., Blache, D., 2004. Nutritional and environmental effects on
1549 reproduction in small ruminants. Reprod. Fertil. Dev. 16, 491-501.
- 1550 Meira Junior, E.B.S., Rizzo, H.; Benesi, F.J., Gregory, L., 2009. Influência dos fatores sexuais
1551 e etários sobre a proteína total, fração albumina e atividade sérica de aspartato-
1552 aminotransferase e gama glutamiltransferase de ovinos da raça Santa Inês. Braz. J. Vet. Res.
1553 Anim. Sci. 46, 448-454.
- 1554 NRC, National Research Council, 2007. Nutrients requirements of small ruminants. National
1555 Academies Press, Washington.
- 1556 Peixoto, L.A.O., Osório, M.T.M., 2007. Perfil metabólico proteico e energético na avaliação
1557 do desempenho reprodutivo em ruminantes. Rev. Bras. Agroc. 13, 299-304.

- 1558 Peixoto, L.A.O., Osório, M.T.M., Osório, J.C.S, 2010. Desempenho reprodutivo e
1559 metabólitos sanguíneos de ovelhas Ile de France sob suplementação com sal orgânico ou sal
1560 comum durante a estação de monta. R. Bras. Zootec. 39, 191-197.
- 1561 Pugh, D.G., 2004. Clínica de ovinos e caprinos. 1ª ed. Roca, São Paulo.
- 1562 Rao, P.S., Kalva, S., Yerramilli, A., Mamidi, S., 2011. Free radicals and tissue damage: role
1563 of antioxidants. Free Radic. Antiox. 1, 2-7.
- 1564 Roche, J.R., Burke, C.R., Meier, S., Walker, C.G., 2011. Nutrition x reproduction interaction
1565 in pasture-based systems: is nutrition a factor in reproductive failure? Anim. Prod. Sci. 51,
1566 1045-1066.
- 1567 Santana, A.M., Silva, D.G., Bernardes, P.A., Pizauro, L.J.L., Maluta, R.P., Aquino, G.V.,
1568 Garcia, K.O., Ávila, F.A., Fagliari, J.J., 2009. Hemograma e perfil bioquímico sérico de
1569 ovinos em idade de abate. Ciênc. Anim. Bras. supl.1, 286-289.
- 1570 Serafim, C.C.; Gomes, C.A.C.; Fumagalli, M.H.;Correa, L.S; Garcia, W.R.; Ferreira, M.B.;;
1571 Koetz Junior, C.; Lopes, F.G., 2016. Características andrológicas de carneiros do grupo
1572 genético Pantaneiro. In: 7º Seminário de iniciação científica – Unopar. ISSN 2237-8901.
- 1573 Sikka, S.C., 2004. Role of oxidative stress and antioxidants in andrology and assisted
1574 reproductive technology. J. Androl. 25, 5-18.
- 1575 Silva, D.A.V., Homem Júnior, A.C., Ezequiel, J.M.B., 2014. Sexo e fonte de lipídeos sobre os
1576 parâmetros sanguíneos de ovinos confinados. Rev. Bras. Med. Vet. 36, 153-158.
- 1577 SPSS. Applications Using SPSS 13.0, 2005 Statistical Services for SQL.Statistical Services
1578 for Microsoft SQL Server.
- 1579 Thrall, M.A., Weiser, G., Allison, R.W., Campbell, T.W., 2015. Hematologia e bioquímica
1580 clínica veterinária. 2ªed. São Paulo: Roca.
- 1581 Traber, M.G., 2009. Vitamina E. In: Shils, M.E. (Ed). Nutrição moderna: na saúde e na
1582 doença. Manole: São Paulo.
- 1583 Villa, N.A., Pulgarín, E.F., Tabares, P.A., Angarita, E., Ceballos, A., 2016. Medidas
1584 corporales y concentración sérica y folicular de lípidos y glucosa en vacas Brahman fértiles y
1585 subfértiles. Pesq. Agropec. Bras. 44, 1198-1204.

- 1586 Wei, C., Lin, S., Wu, J., Zhao, G., Zhang, T., Zheng, W., 2016. Supplementing vitamin E to
1587 the ration of beef cattle increased the utilization efficiency of dietary nitrogen. *Asian*
1588 *Australas. J. Anim. Sci.* 29, 372-377.
- 1589 Xu, C., Zuo, Z., Liu, K., Jia, H., Zhang, Y., Hailing, L., 2016. Transcriptome analysis of the
1590 Tan sheep testes: differential expression of antioxidant enzyme-related genes and proteins in
1591 response to dietary vitamin E supplementation. *Gene.* 579, 47-51.
- 1592 Yue, D.B., Yan, L.Y., Luo, H.L., Jin, X.X., Xu, X., 2010. Effect of Vitamin E
1593 supplementation on semen quality and the testicular cell membranal and mitochondrial
1594 antioxidant abilities in Aohan fine-wool sheep. *Anim. Reprod. Sci.* 118, 217-222.
- 1595 Zani, B.H., Barcelos, B., Madureira, K.M., 2010. Parâmetros hematológicos e bioquímicos de
1596 ovinos da raça Dorper. *Anuá. Prod. Cient. Disc.* 13, 83-92.
- 1597 Zuo, L.C.C., Clark, A.D., Garrison, D.E., Kuhlman, J.L., Sybert, D.C., 2017. Reactive oxygen
1598 species. In: COPD-Related (Ed) *Vascular remodelling, pulmonary vasculature redox*
1599 *signalling in health and disease.*

Tabela 1- Teor de nutrientes da dieta basal, conforme o volumoso ou concentrado fornecidos aos carneiros Pantaneiros (n=20), com cerca de 20 meses de idade, em confinamento, suplementados ou não com vitamina E (α -tocoferol) por via parenteral.

| Nutrientes | Composição (% MS) ^a | |
|-------------------|--------------------------------|-----------------|
| | Volumoso 50% | Concentrado 50% |
| Matéria seca (MS) | 93,0 | 93,3 |
| Proteína bruta | 3,7 | 13,9 |
| Extrato etéreo | 1,9 | 2,5 |
| Cinzas | 6,6 | 6,6 |
| FDN | 65,3 | 65,6 |
| FDA | 37,9 | 22,1 |

^aValor nutricional dos alimentos calculado com base na matéria seca.

Tabela 2- Parâmetros hematológicos médios dos carneiros jovens (cerca de 20 meses), em confinamento, suplementados ou não com vitamina E (α -tocoferol) por via intramuscular, nos quatro grupos experimentais, na dose total de 400 UI (100 mg/1 mL), considerando-se os momentos de aplicação (14 dias – M₁₄, 28 dias – M₂₈, 42 dias – M₄₂ e 56 dias – M₅₆), ao longo de 56 dias de experimento.

| Parâmetros hematológicos | Grupos experimentais | | | | Erro Padrão | Valores de Referência ³ | Efeitos P-valor | | |
|---------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------------|------------------------------------|-----------------|---------|------------------|
| | GC* | G1* | G2* | G3* | | | Grupos | Momento | Contraste 0vs4mL |
| Hemácias (x10 ⁶ /mL) | 12,01 | 11,74 | 12,63 | 11,74 | 0,15 | 9 – 15,8 | 0,203 | 0,175 | 0,713 |
| Hematócrito (%) | 37,86 | 36,90 | 38,92 | 38,57 | 0,739 | 27-45 | 0,116 | 0,340 | 0,803 |
| Hemoglobina (g/dL) | 10,87 | 10,61 | 10,95 | 11,55 | 0,22 | 9 - 15 | 0,513 | 0,607 | 0,755 |
| VCM ¹ (f/L) | 32,35 | 31,42 | 31,47 | 32,21 | 0,27 | 28 - 40 | 0,520 | 0,659 | 0,309 |
| CHCM ² (%) | 29,16 | 30,12 | 29,48 | 29,16 | 0,54 | 30 - 34 | 0,927 | 0,917 | 0,723 |
| Plaquetas (x10 ³) | 407 | 399 | 334 | 382 | 18 | 100-800 | 0,505 | P<0,05 | 0,397 |
| Leucócitos (mm ³) | 7595 | 9875 | 9139 | 10072 | 407,17 | 4000 - 12000 | 0,119 | 0,130 | P<0,05 |
| Linfócitos (mm ³) | 4019 | 5158 | 4964 | 4327 | 309,69 | 2500 - 7500 | 0,550 | 0,202 | 0,273 |
| Monócitos (mm ³) | 20,13 | 67,9 | 46,4 | 123,1 | 15,30 | 0 - 750 | 0,085 | P<0,05 | 0,073 |
| Eosinófilos (mm ³) | 609 | 1101 | 606 | 1058 | 93,77 | 0 - 1000 | 0,096 | 0,991 | 0,148 |

¹ – VCM- volume corpuscular médio. ² – CHCM- Concentração de hemoglobina corpuscular média. *GC- grupo controle; G1- uma aplicação por semana; G2- duas aplicações por semana; G3- quatro aplicações por semana. ³ – Adaptado de Feldman et al. (2000)

Tabela 3 - Parâmetros bioquímicos médios do sangue de carneiros jovens (cerca de 20 meses), em confinamento, suplementados ou não com vitamina E (α -tocoferol) por via parenteral, nos diferentes grupos experimentais.

| Parâmetros bioquímicos | Grupos experimentais | | | | Erro Padrão | Valores de Referência ³ | Efeitos P – valor | | |
|--------------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------|------------------------------------|-------------------|----------|--------------------|
| | GC* | G1* | G2* | G3* | | | Grupos | Momentos | Contraste 0vs 4 mL |
| Colesterol total (mg/dL) | 79,6 ^a | 73,1 ^a | 56,6 ^b | 77,8 ^a | 1,74 | 52 – 76 | P<0,001 | P<0,05 | 0,013 |
| Triglicerídeos (mg/dL) | 36,29 | 32,21 | 33,65 | 34,68 | 1,00 | 15,7 – 31,2 ⁴ | 1,00 | 0,963 | 0,263 |
| Albumina (g/dL) | 3,4 ^{ab} | 3,5 ^{ab} | 3,8 ^a | 3,3 ^b | 0,43 | 2,4 – 3,0 | 0,009 | 0,126 | 0,387 |
| Proteínas Totais (g/dL) | 7,1 ^{ab} | 7,3 ^{ab} | 7,5 ^a | 7,0 ^b | 0,51 | 6 – 7,5 | 0,015 | 0,358 | 0,263 |
| Creatinina (mg/dL) | 0,918 | 0,876 | 0,950 | 0,816 | 0,02 | 0 – 40 | 0,389 | P<0,001 | 0,620 |
| Globulina (g/dL) | 3,7 | 3,7 | 3,8 | 3,7 | 0,04 | 3,5 – 5,7 | 0,913 | 0,926 | 0,899 |
| Ureia (mg/dL) | 47,3 | 48,6 | 51,2 | 51,0 | 1,21 | 17,12 – 42,18 | 0,613 | P<0,001 | 0,281 |
| Fosfatase alcalina (FA) (UI/L) | 207,7 | 220,8 | 214,3 | 234,4 | 6,83 | 68 – 387 | 0,648 | 0,640 | 0,382 |
| AST ¹ (U/L) | 72,0 ^b | 79,1 ^{ab} | 86,1 ^a | 81,0 ^{ab} | 1,62 | 0 – 90 | P<0,05 | P<0,05 | P<0,01 |
| ALT ² (U/L) | 12,0 | 13,0 | 12,7 | 11,5 | 0,34 | 6 – 19 | 0,504 | 0,723 | 0,630 |

¹Enzima aspartatoaminotransferase. ²- Enzima alanina aminotransferase. ^{a,b}- letras diferentes na mesma linha indicam diferenças estatísticas entre si (p<0,05).

*GC - controle; G1 - uma aplicação por semana – G1; G2 - duas aplicações por semana; G3 - quatro aplicações por semana. As dosagens totais eram de 400 UI (100 mg/1 mL), considerando-se os momentos de aplicação (14 dias – M₁₄, 28 dias – M₂₈, 42 dias – M₄₂ e 56 dias – M₅₆). ³- Adaptado de Kaneko et al. (2008). Adaptado de Gressler et al. (2015).

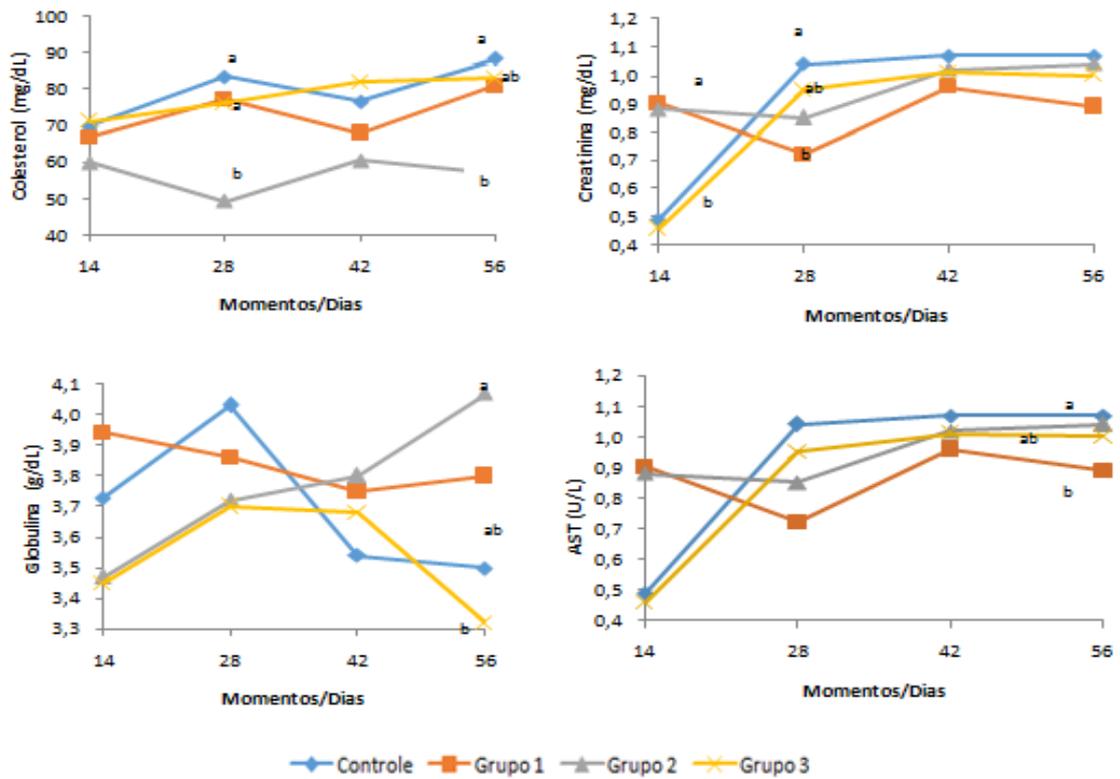


Figura 1 – Parâmetros bioquímicos do sangue (colesterol total – mg/dL; creatinina - g/dL; globulina – g/dL; AST – U/L) de carneiros jovens, cerca de 20 meses de idade, em confinamento, que foram influenciados ($P < 0,05$) pela suplementação de vitamina E intramuscular em função do tempo.

^{a,b} Letras diferentes indicam diferenças estatísticas em um determinado momento.

1597 **CAPÍTULO 2 - QUALIDADE DA CARNE E ALTERAÇÕES NO PERFIL DE**
1598 **ÁCIDOS GRAXOS DO LOMBO DE CARNEIROS PANTANEIROS EM RESPOSTA**
1599 **À VITAMINA E PARENTERAL**

1600

1601

1602

1603

1604

1605

1606

1607

1608

1609

1610

1611

1612

1613

1614

1615

1616

1617

1618

1619

1620

O artigo a seguir está redigido de acordo com as exigências para publicação na revista Meat Science.

1621 **Qualidade da carne e alterações no perfil de ácidos graxos do lombo de carneiros**
1622 **Pantaneiros em resposta à vitamina E parenteral**

1623

1624 Leonardo, Ariádne Patricia¹; Souza, Maria Inês Lenz^{2*}; Ledesma, Luana Liz Medina³;
1625 Monteschio, Jéssica de Oliveira³; Bessa, Rui José Branquinho⁴; Alves, Susana Pereira⁴;
1626 Vargas Junior, Fernando Miranda³

1627

1628 ¹Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e
1629 Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, CEP 79070-900, Campo Grande –
1630 Brasil. ²Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, CEP 79070-
1631 900, Campo Grande – Brasil. ³Universidade Federal da Grande Dourados, Departamento de
1632 Zootecnia, Rodovia Dourados- Itahun Km 12, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

1633 ⁴Universidade de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária, Av. Universidade Técnica,
1634 1300, Lisboa, Portugal.

1635

1636 *Endereço para correspondência: maria.souza@ufms.br

1637

1638 **Qualidade da carne e alterações no perfil de ácidos graxos do lombo de carneiros**
1639 **Pantaneiros em resposta à vitamina E parenteral**

1640 **Resumo**

1641 Estudou-se o efeito da vitamina E (VE) intramuscular sobre a qualidade da carne, estabilidade
1642 oxidativa e perfil de ácidos graxos do lombo de ovinos machos não castrados. Os animais
1643 foram divididos em grupos, recebendo um total de 400 UI em 4 mL de VE (1 mL/100 UI α -
1644 tocoferol) semanalmente, por 56 dias consecutivos, em diferentes volumes: GC (controle/sem
1645 aplicação), G1 (uma aplicação de 4 mL de VE), G2 (duas aplicações de 2 mL de VE) e G3
1646 (quatro aplicações de 1 mL de VE). Após o abate, colheu-se amostras do músculo *longissimus*
1647 *thoracis et lumborum* para as análises químicas, instrumentais e de ácidos graxos. Os G1 e G2
1648 apresentaram maiores teores de gordura intramuscular (GI; $p<0,05$), enquanto o G3 teve
1649 valores superiores para coloração A* (intensidade de vermelho) e C* (intensidade de cor)
1650 ($p<0,05$). A vitamina E não influenciou na peroxidação lipídica ($p=0,418$); entretanto, teve
1651 influência nos ácidos graxos saturados e insaturados, pois o G2 apresentou menor teor de
1652 C17:0 e menor de C18:1 ($p<0,05$). Conclui-se que o uso da vitamina E parenteral influenciou
1653 em alguns parâmetros qualitativos e nos ácidos graxos da carne de carneiros Pantaneiros. A
1654 vitamina E, independente das frequências e volumes de aplicação estudadas, aumentou de
1655 forma significativa o teor de GI. A concentração de 400 UI de α -tocoferol com duas
1656 aplicações de 2 mL semanais foi a que mais interferiu nos ácidos graxos, tendo efeitos
1657 positivos como diminuição daqueles saturados e negativos como diminuição dos insaturados.

1658

1659 **Palavras-chave:** *longissimus*, ovinos, qualidade de carne, tbars, tocoferol.

1660

1661 **Quality of meat and alterations in the fatty acid profile of lamb fillets Pantaneiros in**
1662 **response to parenteral vitamin E**

1663 **Abstract:**

1664 The effect of intramuscular vitamin E (VE) on the quality of the meat, oxidative stability and
1665 fatty acid profile of the backbone of uncastrated males was studied. The animals were divided
1666 in groups, receiving a total of 400 UI at 4 mL of VE (1 mL / 100 IU α -tocopherol) weekly, for
1667 56 consecutive days, in different volumes: GC (control / without application), G1 (a 4 mL
1668 application of VE), G2 (two applications of 2 mL of VE) and G3 (four applications of 1 mL
1669 of VE). After slaughter, samples of the longissimus thoracis et lumborum muscle were
1670 collected for chemical, instrumental and fatty acid analyzes. The G1 and G2 presented higher
1671 levels of intramuscular fat (GI, $p < 0.05$), while G3 had higher values for A* (intensity of red)
1672 and C* (color intensity) ($p < 0.05$). Vitamin E did not influence lipid peroxidation ($p =$
1673 0.418); however, had an influence on saturated and unsaturated fatty acids, since G2
1674 presented a lower content of C17: 0 and lower than C18: 1 ($p < 0.05$). It was concluded that
1675 the use of parenteral vitamin E influenced some qualitative parameters and fatty acids of
1676 Pantaneiros sheep meat. Vitamin E, regardless of the frequencies and application volume
1677 studied, significantly altered the GI content. The concentration of 400 IU of α -tocopherol with
1678 two applications of 2 mL weekly was the one that most interfered in the fatty acids, having
1679 positive effects as a decrease of the saturated and negative as a decrease of the unsaturated
1680 ones.

1681

1682 **Key-words:** *longissimus*, meat quality, ram, tbars, tocopherol.

1683

1684 1. **Introdução**

1685 O uso da vitamina E tem sido reconhecido como uma importante fonte de nutriente
1686 vitamínico, tanto para o crescimento como para a saúde em geral de todas as espécies animais
1687 (Maraba et al., 2018). Ainda segundo Maraba et al. (2018), quando se trata de animais
1688 confinados, a utilização dessa vitamina visa melhorar a performance e o desempenho dos
1689 mesmos. Portanto, a suplementação com vitamina E em ovinos confinados pode, além de
1690 reduzir o estresse social induzido pelas instalações, também, melhorar o desempenho do
1691 crescimento, parâmetros fisiológicos e qualidade da carne.

1692 A vitamina E é sintetizada e encontrada primariamente nas plantas, não podendo ser
1693 sintetizada pelos animais, e suas concentrações nos tecidos corporais se dão pela
1694 disponibilidade da mesma na dieta (Silva et al., 2011; Jiang, 2014). A suplementação deste
1695 composto pode ser feita tanto na forma natural quanto sintética, geralmente adicionado na
1696 forma esterificada, como ésteres de acetato de α -tocoferol, tendo como resultado final um
1697 produto altamente estável ao oxigênio e com maior vida útil (Hope & Krennrich, 2000;
1698 Trumbo et al., 2003; Botsoglou et al., 2003). Seu uso na forma dietética ajuda na estabilidade
1699 da cor da carne, redução no teor de lipídios, diminuição da oxidação e menor perda por
1700 gotejamento (Suman et al., 2014; Guerra-Rivas et al., 2016).

1701 A vitamina E também tem demonstrado atrasar a conversão de oximioglobina em
1702 metamioglobina, e aumentar a vida útil da carne de cordeiros (Ripoll et al., 2013; Guerra-
1703 Rivas et al., 2016). Outro fator bastante importante, relacionado à qualidade da carne, é a
1704 estabilidade dos ácidos graxos, que é influenciada pela composição dos tecidos musculares e
1705 pelo tipo de dieta fornecida (Daley et al., 2010). A quantidade, o tipo de gordura, a
1706 composição dos ácidos graxos e o estado oxidativo influenciam na qualidade da carne
1707 (Ponnampalam et al., 2012). A peroxidação lipídica que ocorre naturalmente na carne é uma
1708 das principais causas da deterioração da mesma durante o armazenamento, pois, além da
1709 modificação de cor, ela também é responsável por alterações no olfato, paladar e valor
1710 nutricional (Morrissey et al., 1994; Atay et al., 2009).

1711 O fato da vitamina E ser lipossolúvel faz com que ela se acumule nas membranas
1712 celulares, inibindo a oxidação natural dos ácidos graxos poli-insaturados que ocorre nas
1713 camadas lipídicas destas membranas, eliminando os radicais livres gerados pela atividade
1714 normal das enzimas oxidativas, tornando-a um poderoso antioxidante natural (Zeoula &
1715 Geron, 2006). Esse fator antioxidante vem ao encontro da preocupação do consumidor de,
1716 cada vez mais, comer um alimento mais saudável. Os ovinos podem oferecer uma carne rica

1717 em ácidos graxos insaturados, ômega-3, ômega 6 e ácido linoléico conjugado (CLA) (Maia et
1718 al., 2012). Sabe-se, também, que a carne de ruminantes tem uma maior concentração de CLA
1719 do que os não-ruminantes e que, dentre os ruminantes, a carne de ovinos tem a maior
1720 quantidade de CLA (Schmid et al., 2006). Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi estudar o
1721 uso da vitamina E intramuscular e seus possíveis efeitos sobre a qualidade da carne de ovinos
1722 machos Pantaneiros.

1723 **2. Materiais e métodos**

1724 O experimento ocorreu na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
1725 Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil (latitude 22°13'16"S e longitude 54°48'20"W, altitude
1726 430 metros), nos meses de fevereiro a maio de 2018, sendo os 30 primeiros dias de adaptação
1727 às instalações, à dieta e ao manejo experimental. Todo o manejo experimental foi aprovado
1728 pela Comissão de Ética no Uso de Animais da UFGD (CEUA/UFGD), sob o número
1729 19/2017.

1730 **2.1. Animais, tratamentos e dieta**

1731 Utilizaram-se 20 carneiros Pantaneiros (\pm 20 meses de idade), com escore de condição
1732 corporal (ECC) $2,9 \pm 0,4$ (escala de 1-5; Pugh, 2004) e peso vivo (PV) $40,6 \pm 5,14$ kg. Os
1733 animais foram tratados contra parasitas internos e externos antes da entrada no confinamento.

1734 **2.2. Tratamentos**

1735 Distribuíram-se os animais ($n=20$), aleatoriamente, em um delineamento inteiramente
1736 casualizado, em quatro tratamentos, com cinco machos em cada um deles. Cada grupo
1737 recebeu uma diferente dose diária de vitamina E (α -tocoferol; Monovin-E[®], Bravet), por via
1738 intramuscular no músculo semitendinoso, com um grupo servindo como controle, sem
1739 tratamento. Considerou-se como dia 0 (D₀) a data da primeira aplicação da vitamina E,
1740 visando avaliar um efeito agudo e mantido da mesma. A dose total semanal recebida por
1741 todos os animais dos grupos tratados foi de 400 UI em 4 mL, sendo que cada 1 mL continha
1742 100 UI de α -tocoferol. Os grupos foram os seguintes:

- 1743 - **Grupo controle (GC):** não recebeu vitamina E (0 UI de α -tocoferol);
- 1744 - **Grupo 1 (G1):** recebeu uma injeção intramuscular de vitamina E (4 mL contendo 400 UI de
1745 α -tocoferol) por semana, ao longo dos 56 dias do experimento;
- 1746 - **Grupo 2 (G2):** recebeu duas injeções intramusculares de vitamina E (2 mL contendo 200 UI
1747 de α -tocoferol em cada uma delas), em dois dias seguidos, por semana, ao longo dos 56 dias
1748 do experimento;

1749 - **Grupo 3 (G3):** recebeu quatro injeções intramusculares de vitamina E (1 mL contendo 100
 1750 UI de α -tocoferol e cada uma delas), em quatro dias seguidos, ao longo dos 56 dias do
 1751 experimento.

1752 Os animais foram alimentados com uma dieta (Tabela 1) à base de 50% de
 1753 concentrado comercial (OviBochi[®]) e 50% de volumoso (feno de aveia e feno de capim
 1754 *Brachiaria brizantha* cv. Piatã), duas vezes ao dia (manhã e tarde), com água *ad libitum*, de
 1755 acordo com suas necessidades diárias para manutenção (NRC, 2007). A cada 14 dias os
 1756 animais eram pesados e o seu ECC mensurado.

Tabela 1- Teor de nutrientes da dieta basal, conforme o volumoso ou concentrado fornecidos aos carneiros Pantaneiros (n=20), com cerca de 20 meses de idade, em confinamento, suplementados ou não com vitamina E (α -tocoferol) por via parenteral.

| Nutrientes | Composição (% MS) ^a | |
|-----------------------------------|--------------------------------|-------------|
| | Volumoso | Concentrado |
| Matéria Seca | 93 | 93.3 |
| Proteína bruta | 3.7 | 13.9 |
| Extrato etéreo | 1.90 | 2.5 |
| Cinzas | 6.6 | 6.6 |
| FDN | 65.3 | 65.6 |
| FDA | 37.9 | 22.1 |
| Perfil de ácidos graxos (% total) | | |
| C14:0 | 1.15 | 0.14 |
| C15:0 | 0.27 | 0.06 |
| C16:0 | 31.43 | 16.64 |
| C16:1c9 | 0.43 | 0.23 |
| C17:0 | 0.66 | 0.24 |
| C18:0 | 2.26 | 3.43 |
| C18:1 c9 | 26.27 | 29.95 |
| C18:1 c11 | 0.96 | 1.33 |
| C18:2 n-6 | 19.47 | 44.05 |
| C18:3 n-3 | 11.31 | 2.73 |
| C20:0 | 1.53 | 0.50 |
| C22:0 | 2.05 | 0.35 |
| C24:0 | 2.20 | 0.34 |
| Saturados | 41.55 | 21.71 |
| Insaturados | 58.45 | 78.29 |
| Monoinsaturado | 27.67 | 31.52 |
| Poliinsaturados | 30.78 | 46.78 |
| n-6 | 19.47 | 44.05 |
| n-3 | 11.31 | 2.73 |
| n-6/n-3 | 1.72 | 16.16 |

^aValor nutricional dos alimentos calculado com base na matéria seca.

1757

1758

1759

1760 **2.3. Abate e amostragem da carne**

1761 Ao final do experimento, realizou-se o abate de todos os carneiros. Todos os
1762 procedimentos de abate obedeceram às normas do Regulamento de Inspeção Industrial e
1763 Sanitária de Produtos de Origem Animal e Regulamento Técnico de Métodos de
1764 Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue (Brasil, 2000) do
1765 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Doze horas antes do abate, os animais
1766 passaram por um jejum de sólidos e, em seguida, foram pesados. Após prévia insensibilização
1767 por eletronarcose, procedeu-se à secção das veias jugulares e das artérias carótidas para
1768 sangria e, por fim, a evisceração. Após o abate, as carcaças foram transferidas para a câmara
1769 fria a 4°C durante 24 horas, para resfriamento. Das meias carcaças esquerdas retirou-se os
1770 músculos *Longissimus thoracis et lumborum* (LTL), os quais passaram por um *toilet* (retirada
1771 de gordura e outros materiais cárneos externos) e, em seguida, foram embaladas a vácuo e
1772 congeladas para as posteriores análises.

1773 **2.4. Análise da composição química**

1774 A composição centesimal foi realizada em duplicata no músculo LTL, sendo a
1775 umidade calculada segundo o método 950.46 da A.O.A.C. (1990) e o nitrogênio total
1776 determinado pelo método de Kjeldahl-micro (928.080; A.O.A.C., 1990). Calculou-se a
1777 proteína bruta (PB) em função dos teores de nitrogênio total, multiplicado pelo fator 6,25. O
1778 extrato etéreo (EE) determinou-se segundo o item 960.39 e as cinzas pelo item 920.153 da
1779 A.O.A.C. (1990).

1780 **2.5. Análise da coloração e pH da carne**

1781 A cor da carne foi analisada nas amostras após 30 minutos de exposição ao oxigênio,
1782 para reação da mioglobina com o oxigênio atmosférico, de acordo com Cañeque & Sañudo
1783 (2000). Analisaram-se os componentes luminosidade (L^*), índice de vermelho (a^*) e índice
1784 de amarelo (b^*) pelo colorímetro CR-400 com iluminante D65, ângulo de visão de 10° e
1785 abertura de 8 mm de diâmetro (KONICA MINOLTA Sensing Inc., Japan), sendo os valores
1786 expressos no sistema de cor CIELAB, onde avaliou-se três pontos da amostra e, desses
1787 pontos, foi feita uma média. Calculou-se o ângulo de tonalidade (h^*) pela equação $h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$, e o índice de saturação (C^*) a partir da equação $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$ (Minolta,
1788 1998). O pH foi registrado no músculo logo após o descongelamento, utilizando-se um
1789 peagâmetro digital com sondas de penetração (modelo Testo 205 / 206).

1791

1792

1793 **2.6. Análise da capacidade de retenção de água, força de cisalhamento e perda por**
1794 **cocção**

1795 A capacidade de retenção de água (CRA) foi calculada segundo metodologia descrita
1796 por Hamm (1960). Para a força de cisalhamento (FC), prepararam-se as amostras conforme
1797 método de Hopkings et al. (2010), sendo a medida de FC determinada pela utilização do
1798 texturômetro Texture Analyser TA-XT2i, com lâmina de Warner-Bratzler. A perda por
1799 cocção (PPC) foi determinada pela diferença de peso das amostras cruas e cozidas, expressa
1800 em porcentagem.

1801 **2.7. Análise da peroxidação lipídica**

1802 A concentração de malondialdeído (MDA) na carne foi quantificada pela mensuração
1803 das espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), como adaptado por Vital et al. (2016).
1804 A amostra (5 g) foi misturada com ácido tricloroacético (10 mL), homogeneizada no Ultra-
1805 Turrax, e centrifugada (4.000 rpm) a 4°C por 15 min. O sobrenadante foi filtrado e misturado
1806 com o reagente TBARS (1:1 v/v), e a mistura fervida (100°C) por 15 min., resfriada e, então,
1807 a absorbância medida a 538 nm contra um padrão MDA. Expressaram-se os resultados em mg
1808 MDA kg⁻¹ de carne.

1809 **2.8. Análise do perfil de ácidos graxos**

1810 Os ácidos graxos da carne foram analisados na forma de ésteres metílicos. Para esse
1811 efeito, utilizou-se o método de transesterificação direta, reagindo-se 250 mg de carne
1812 liofilizada com 3 mL de metóxido de sódio 0,5 N em metanol, durante 30 minutos a 50°C,
1813 seguida de reação com 2 mL de ácido clorídrico 1,25 M em metanol, durante 20 minutos a
1814 80°C. Os ácidos graxos foram extraídos com hexano e o extrato seco com sulfato de sódio
1815 anidro. No início da transesterificação, adicionou-se 1 mg de C19:0, utilizado como padrão
1816 interno. Os ácidos graxos foram analisados por cromatografia gasosa com detecção por
1817 ionização de chama (GC-FID), utilizando-se um equipamento Shimadzu QP2010-plus
1818 (Shimadzu, Kyoto, Japão), equipado com uma coluna capilar de sílica-fundida (SP-2560, 100
1819 m × 0,25 mm × 0,20 µm, Supelco, Bellefonte, PA, EUA). Durante a análise, mantiveram-se o
1820 injetor e o detector a 220°C e 250°C, respetivamente. Utilizou-se hélio como gás de arraste a
1821 fluxo constante de 1 mL/min., injetando-se 1 µL de amostra. A temperatura do forno foi
1822 programada para iniciar a 50°C (mantida durante 1 minuto), aumentada depois a 50°C/min.
1823 até aos 150°C (mantida durante 20 minutos), elevada a 1°C/min. até aos 190°C (mantida
1824 durante 1 minuto) e, finalmente, aumentada a 2°C/min. até aos 220°C, no qual foi mantida
1825 durante 30 minutos. A identificação dos ácidos graxos foi feita por comparação com padrões
1826 comerciais (FAME mix 37 components, Supelco Inc., Bellefont, PA, USA). Adicionalmente,

1827 confirmaram-se as identificações dos ácidos graxos por espectrometria de massa, utilizando-
 1828 se um equipamento Shimadzu GC-MS QP2010 Plus (MS) (Shimadzu, Kyoto, Japan). As
 1829 condições do cromatógrafo foram semelhantes às utilizadas no GC-FID, e as condições do
 1830 MS foram: temperatura da fonte de ionização, 200°C; temperatura da interface, 220°C;
 1831 energia de ionização, 70 eV; scan. Os ácidos gordos (AG) foram expressos em percentagem
 1832 do total de ácidos gordos identificados (g/100 g Total AG). Na determinação dos índices
 1833 aterogenicidade e trombogenicidade utilizaram-se as expressões propostas por Ulbricht &
 1834 Southgate (1991):

$$1835 \quad \text{IA} = ((12:0) + (4 \times 14:0) + (16:0)) / ((\sum \omega 6) + (\sum \omega 3) + (\sum \text{AGMI}))$$

$$1836 \quad \text{IT} = (14:0 + 16:0 + 18:0) / ((0,5 \times \sum \text{AGMI}) + (0,5 \times \sum \omega 6) + (3 \times \sum \omega 3) + (\sum \omega 3 / \sum \omega 6))$$

1837 $\sum \omega 6$ = somatório dos ácidos graxos da família ômega-6; $\sum \omega 3$ = somatório dos ácidos
 1838 graxos da família ômega-3; $\sum \text{AGMI}$ = somatório dos ácidos graxos monoinsaturados
 1839

1840 3. Análise estatística

1841 Para testar o efeito dos tratamentos utilizou-se o one-way Anova, com o GLM
 1842 (General Linear Model procedure of S.A.S. Institute, 2004). As diferenças entre os grupos
 1843 foram testadas através do teste de Tukey ($p < 0,05$).

1844 4. Resultados e Discussão

1845 4.1. Composição química da carne

1846 A análise química da carne (Tabela 2) mostrou diferença estatística apenas para a
 1847 variável gordura intramuscular (GI). Houve um aumento no teor de GI no LTL dos animais
 1848 que receberam a vitamina E, quando estes são comparados ao GC, o qual apresentou valor
 1849 inferior aos demais grupos tratados ($p < 0,05$). Os grupos que receberam frequências menores
 1850 de aplicação, mas com volumes maiores por aplicação (G1 e G2), apresentaram concentração
 1851 de EE mais elevada na carne ($p < 0,05$). Tendo em vista que as vitaminas lipossolúveis são
 1852 armazenadas nos lipídeos corporais (Nelson e Cox, 2011), os quais estão sob controle dos
 1853 níveis circulantes de cortisol, era esperado que esses grupos apresentassem resultados
 1854 melhores, já que o estresse por manipulação dos animais foi inferior e, subsequentemente, a
 1855 lipogênese seria menor (Lordelo et al., 2006). Os tocoferóis do plasma estão ligados, quase
 1856 que totalmente, às lipoproteínas HDL (lipoproteínas de alta densidade) e LDL (lipoproteínas
 1857 de baixa densidade), e nele se encontram 80% a 90% de α -tocoferol (vitamina E) (Champe et
 1858 al., 2005), e elas levam a vitamina E para os músculos e demais tecidos. Umidade (U),
 1859 proteína e cinzas não foram influenciadas pelo uso da vitamina E parenteral; entretanto, os

1860 valores encontrados neste estudo não diferem de outros resultados referidos na literatura (Sun
1861 et al., 2015; Monteschio et al., 2018).

1862

Tabela 2- Efeito da vitamina E (α -tocoferol) de uso parenteral sobre a composição química do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de carneiros Pantaneiros (n=20), com cerca de 20 meses de idade, mantidos em confinamento¹

| Nutrientes | Composição (% MS) | | | | | p-valor |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------|---------|
| | GC | G1 | G2 | G3 | EMP ³ | |
| Umidade | 75.84 | 75.02 | 74.96 | 75.39 | 0.16 | 0.162 |
| Proteína bruta | 16.63 | 16.79 | 16.07 | 16.81 | 0.83 | 0.061 |
| GF ² | 2.02 ^b | 3.53 ^a | 3.49 ^a | 2.68 ^{ab} | 0.08 | p<0.05 |
| Cinzas | 3.37 | 3.14 | 3.05 | 3.10 | 0.05 | 0.133 |

¹Valor nutricional calculado com base na matéria seca. ²Gordura intramuscular. ^{a,b,c}Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística (p<0,05).³Erro padrão da média.

1863

1864 **4.2. Cor, pH, capacidade de retenção de água, força de cisalhamento e perda por cocção**

1865 Na Tabela 3 pode-se observar que não houve diferença (p=0,427) entre os tratamentos
1866 estudados para o pH da carne. No entanto, os valores obtidos mantiveram-se dentro dos
1867 padrões de normalidade (5,5-5,8; Majdoub-Mathlouthi et al., 2013). Quanto à cor da carne, os
1868 tratamentos diferiram para intensidade de vermelho (a*) e croma (C*) (p<0,05), tendo o G3
1869 apresentado melhores resultados (19,15 e 19,86), respectivamente, quando comparado ao GC
1870 (15,00). A vitamina E tende a se armazenar nos músculos, tecido adiposo e fígado (Nelson &
1871 Cox, 2011) e, talvez, pelo fato do G3 ter recebido frequências maiores de aplicação da
1872 vitamina, a sua atuação tenha sido mais significativa na carne quando comparado ao GC.

1873 Segundo Khliji et al. (2010) e Lee et al. (2014), as carnes de cordeiros de melhor
1874 apresentação e aspecto saudável são aquelas que recebem um valor igual ou superior a 9,5
1875 para intensidade de vermelho, ou seja, carnes mais brilhantes, valores estes encontrados neste
1876 estudo. Corroborando estes resultados, Camo et al. (2008) relacionam a intensidade de
1877 vermelho e o croma da carne com a presença de antioxidantes na dieta, já que estes são
1878 responsáveis pelo retardamento na formação das metamioglobinas, substâncias que dão uma
1879 coloração indesejável na carne. Ainda, Bekhit e Faustman (2005) também afirmam que a alta
1880 mioglobina resulta em mais cor vermelha no músculo esquelético.

1881 Para o parâmetro luminosidade (L*), a média obtida nos grupos foi de 39,96, sem
1882 influência da vitamina E (p>0,05); entretando, os valores encontrados estão dentro daqueles
1883 referidos por Khliji et al. (2010), que são de, no máximo, 44. Perda por cocção (PPC),
1884 capacidade de retenção de água (CRA) e força de cisalhamento (FC) não sofreram influência

1885 da vitamina E ($p>0,05$), e mantiveram-se dentro dos valores encontrados na literatura
 1886 (Monteschio et al., 2018).
 1887

Tabela 3 – Análise instrumental da carne de machos ovinos Pantaneiros inteiros, com cerca de 20 meses de idade, mantidos em confinamento, suplementados com vitamina E de uso parenteral.

| Variáveis | Dose de Vitamina E | | | | EMP ¹ | p-valor |
|-----------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|------------------|---------|
| | GC | G1 | G2 | G3 | | |
| pH | 5.56 | 5.55 | 5.57 | 5.54 | 0.01 | 0.427 |
| L* | 38.93 | 39.96 | 38.63 | 37.71 | 0.59 | 0.630 |
| a* | 15.00 ^b | 17.83 ^{ab} | 15.34 ^b | 19.15 ^a | 0,58 | 0.050 |
| b* | 6.94 | 8.70 | 8.20 | 9.29 | 0.40 | 0.308 |
| C* | 16.55 ^b | 19.86 ^{ab} | 17.51 ^{ab} | 21.31 ^a | 0.74 | 0.049 |
| h* | 24.67 | 25.76 | 28.16 | 25.79 | 1.02 | 0.700 |
| PPC | 39.08 | 38.81 | 38.62 | 37.86 | 0.82 | 0.966 |
| CRA | 81.42 | 78.72 | 80.10 | 82.94 | 0.66 | 0.129 |
| FC | 3.54 | 2.35 | 2.94 | 2.95 | 0.20 | 0.211 |

L*= luminosidade; a*= intensidade de vermelho; b*= intensidade de amarelo; C*= intensidade da cor; h*= Tonalidade da cor; PPC= peso por cocção; CRA= capacidade de retenção de água; FC= força de cisalhamento; CV% = Coeficiente de variação; ^{a,b,c}letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística ($p<0,05$). ¹ Erro padrão da média.

1888

1889 4.3. Perfil de ácidos graxos da carne e peroxidação lipídica

1890 4.3.1. Ácidos graxos saturados

1891 Em relação aos principais ácidos graxos saturados (Tabela 4), palmítico (C16:0) e
 1892 esteárico (C18:0) e suas proporções no total de ácidos graxos saturados (AGSs), os resultados
 1893 encontrados neste experimento assemelharam-se aos de outros estudos (Sun et al., 2015;
 1894 Flakemore et al., 2017), sem refletir influência do uso da vitamina E nessas variáveis
 1895 ($p>0,05$). Já os ácidos graxos margárico (C17:0), isômero do mirístico (i-C:14:0) e ante-iso do
 1896 pentadecanóico (a-C15:0) foram influenciados pela vitamina E ($p<0,05$). O G2 apresentou
 1897 menores concentrações desses AGSs, diferindo ($p<0,05$) do GC.

1898 Os AGSs mirístico e palmítico são classificados como hipercolesterolêmicos, ou seja,
 1899 aumentam a síntese de colesterol e favorecem o acúmulo de LDL, tornando-se um fator de
 1900 risco para o aparecimento de doenças cardiovasculares (Chiara et al., 2002). Dentre todos os
 1901 ácidos graxos saturados estudados, o ácido mirístico (C14:0) é o que tem efeito
 1902 hipercolesterolêmico mais acentuado (French et al., 2003). O C18:0 é um derivado do ácido
 1903 oléico através da biohidrogenação no rúmen (Harfoot & Hazlewood, 1988); entretanto, neste
 1904 estudo, o ácido esteárico não variou entre os tratamentos ($p>0,05$). Normalmente, o excedente
 1905 do teor de gordura saturada encontrada na carne é o que mais preocupa; sendo assim, busca-se

1906 um equilíbrio nutricional deste produto, diminuindo os ácidos graxos saturados e aumentando
 1907 os insaturados, principalmente os monoinsaturados (Liu, 2002).

1908

Tabela 4 – Efeito da vitamina E (α -tocoferol) de uso parenteral sobre o perfil dos ácidos graxos saturados (%) do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de carneiros Pantaneiros (n=20), com cerca de 20 meses de idade, mantidos em confinamento.

| Variáveis | Dose de vitamina E | | | | EMP ¹ | p-valor |
|-----------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------------------|---------|
| | GC | G1 | G2 | G3 | | |
| C10:0 | 0.13 | 0.12 | 0.10 | 0.13 | 0.01 | 0.199 |
| C12:0 | 0.06 | 0.05 | 0.05 | 0.06 | 0.01 | 0.727 |
| i-C14:0 | 0.03 ^a | 0.03 ^{ab} | 0.02 ^b | 0.03 ^{ab} | 0.01 | 0.021 |
| C14:0 | 1.56 | 1.62 | 1.65 | 1.73 | 0.06 | 0.790 |
| i-C15:0 | 0.12 | 0.12 | 0.09 | 0.12 | 0.01 | 0.276 |
| a-C15:0 | 0.14 | 0.14 | 0.09 | 0.13 | 0.01 | 0.079 |
| C15:0 | 0.25 | 0.24 | 0.19 | 0.24 | 0.04 | 0.068 |
| i-C16:0 | 0.15 ^a | 0.13 ^{ab} | 0.11 ^b | 0.14 ^{ab} | 0.01 | 0.050 |
| C16:0 | 22.27 | 23.48 | 23.60 | 23.46 | 0.29 | 0.341 |
| i-C17:0 | 0.52 | 0.44 | 0.42 | 0.44 | 0.01 | 0.066 |
| a-C17:0 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.480 |
| C17:0 | 0.85 ^a | 0.87 ^a | 0.72 ^b | 0.79 ^{ab} | 0.02 | 0.006 |
| i-C18:0 | 0.14 | 0.14 | 0.12 | 0.13 | 0.01 | 0.087 |
| C18:0 | 17.42 | 18.27 | 16.35 | 17.10 | 0.42 | 0.461 |
| C20:0 | 0.09 | 0.09 | 0.08 | 0.08 | 0.01 | 0.407 |
| C22:0 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.01 | 0.095 |

¹Erro padrão da média. ^{a,b,c}letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística (p<0,05).

1909

1910 4.3.2. Ácidos graxos insaturados

1911 Em relação aos ácidos graxos insaturados (AGIs) analisados no estudo (total de 29
 1912 AGIs; Tabela 5), aproximadamente 21% foram influenciados pelo uso da vitamina E. Os
 1913 AGIs que diferiram estatisticamente (p<0,05) foram os oléicos C18:1 t6/t7/t8, C18:1 t10,
 1914 C18:1 t12e C18:1 t16 e os ômegas 3 (n-3), o C20:5 n-3 (EPA) e o C22:6 n-3 (DHA). Para os
 1915 ácidos graxos C18:1 t6/t7/t8, C18:1 t10,C18:1 t16, C20:5 n-3 e o C22:6 n-3, novamente o G2
 1916 apresentou menores concentrações (p<0,05) quando comparado ao GC, repetindo o mesmo
 1917 comportamento dos AGSs. Já para o ácido graxo C18:1 t12, o G1 foi o que demonstrou
 1918 menor concentração em comparação ao GC (p<0,05). Côrrea (2004), cita que os ácidos
 1919 graxos monoinsaturados, principalmente o ácido oléico (C18:1 c9), possuem efeito sobre a
 1920 hipercolesterolemia; entretanto, não diminuem os níveis do colesterol-HDL plasmático e nem
 1921 provocam peroxidação lipídica, demonstrando o efeito positivo de dietas com altas
 1922 concentrações destes ácidos graxos. A vitamina E, de forma geral, parece ter influenciado

1923 negativamente nos grupos suplementados, fazendo com que as concentrações destes ácidos
1924 graxos fossem reduzidas.

1925 De acordo com Sposito et al. (2007), os ácidos graxos n-3 reduzem a síntese hepática
1926 dos triacilgliceróis através da diminuição da síntese das lipoproteínas de densidade muito
1927 baixa (VLDL), sendo considerados os mais importantes o eicosapentaenoico (EPA) e o
1928 docosahexaenóico (DHA). Altas doses destes compostos (4 a 10g ao dia), na dieta de
1929 humanos, reduzem as taxas de triglicérides e aumentam discretamente o colesterol ligado às
1930 HDL. A carne de ruminantes é uma das principais fontes de CLA na dieta humana, e tem sido
1931 muito estudada por possuir propriedades anticarcinogênicas (Schmid et al., 2006). Sua
1932 concentração no tecido é muito pequena (2 a 5 mg/g de lipídeos totais) e dependente do tipo
1933 de dieta fornecida aos animais (Koba & Yanagita, 2013). Neste estudo, o uso da vitamina E
1934 não influenciou significativamente os resultados ($p>0,05$), mas os valores encontrados
1935 ficaram próximos aos relatados por Sun et al. (2015).

1936 Em geral, os resultados encontrados neste estudo foram controversos a outros que
1937 afirmaram uma relação positiva da vitamina E com os ácidos graxos poli-insaturados,
1938 apresentando maiores quantidades de AGIs (Zhao et al., 2013; Bellés et al., 2018),
1939 justificados pelo fato da vitamina E proteger os AGIs intramusculares contra a peroxidação
1940 lipídica aumentando, assim, as suas proporções na carne (Alvarez et al., 2009). Apesar dos
1941 baixos valores de AGIs, estes mantiveram-se semelhantes aos resultados encontrados por
1942 Berthelot et al. (2014) e Maraba et al. (2018).

Tabela 5 – Efeito da vitamina E (α -tocoferol) de uso parenteral sobre o perfil dos ácidos graxos insaturados (%) do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de carneiros Pantaneiros (n=20), com cerca de 20 meses de idade, mantidos em confinamento.

| Variáveis | Dose de vitamina E | | | | EMP ¹ | p-valor |
|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|---------|
| | GC | G1 | G2 | G3 | | |
| C14:1 c9 | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.01 | 0.751 |
| C16:1 c7 | 0.20 | 0.20 | 0.16 | 0.19 | 0.01 | 0.071 |
| C16:1 c9 | 1.86 | 1.86 | 1.85 | 2.00 | 0.04 | 0.647 |
| C17:1 c9 | 0.56 | 0.48 | 0.51 | 0.54 | 0.01 | 0.249 |
| C18:1 | 0.25 ^a | 0.26 ^a | 0.20 ^b | 0.23 ^{ab} | 0.01 | 0.006 |
| C18:1 t9 | 0.25 | 0.28 | 0.23 | 0.27 | 0.01 | 0.167 |
| C18:1 t10 | 0.36 ^a | 0.71 ^{ab} | 0.30 ^b | 0.47 ^b | 0.04 | 0.002 |
| C18:1 t11 | 1.46 | 1.23 | 1.15 | 1.28 | 0.05 | 0.231 |
| C18:1 t12 | 0.25 ^a | 0.12 ^b | 0.19 ^{ab} | 0.18 ^{ab} | 0.02 | 0.019 |
| C18:1 c9 | 3.80 | 4.01 | 4.06 | 3.85 | 0.54 | 0.280 |
| C18:1 c11 | 1.00 | 0.89 | 1.04 | 1.02 | 0.03 | 0.158 |
| C18:1 c12 | 0.34 | 0.33 | 0.30 | 0.33 | 0.02 | 0.866 |
| C18:1 c13 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.126 |
| C18:1 t16 | 0.13 ^{ab} | 0.13 ^a | 0.10 ^b | 0.12 ^{ab} | 0.01 | 0.045 |
| C18:1 c15 | 0.09 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.01 | 0.667 |

Tabela 5 – Efeito da vitamina E (α -tocoferol) de uso parenteral sobre o perfil dos ácidos graxos insaturados (%) do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de carneiros Pantaneiros (n=20), com cerca de 20 meses de idade, mantidos em confinamento.

| Variáveis | Dose de vitamina E | | | | EMP ¹ | p-valor |
|-------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|---------|
| | GC | G1 | G2 | G3 | | |
| C18:1t11c15 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.01 | 0.644 |
| C18:2 | 0.48 | 0.45 | 0.45 | 0.48 | 0.01 | 0.757 |
| C18:2 n-6 | 5.78 | 3.78 | 4.81 | 5.28 | 0.31 | 0.128 |
| C18:3 n-6 | 0.39 | 0.28 | 0.34 | 0.04 | 0.01 | 0.112 |
| CLA c9t11 | 0.55 | 0.54 | 0.47 | 0.58 | 0.02 | 0.222 |
| C20:1 | 0.08 | 0.09 | 0.09 | 0.08 | 0.01 | 0.482 |
| C20:2 n-6 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.01 | 0.112 |
| C20:3n-9 | 0.41 | 0.24 | 0.38 | 0.35 | 0.03 | 0.253 |
| C20:3n-6 | 0.20 | 0.13 | 0.19 | 0.18 | 0.01 | 0.156 |
| C20:4 n-6 | 2.41 | 1.32 | 1.91 | 1.92 | 0.16 | 0.123 |
| C20:5 n-3 | 0.28 ^a | 0.15 ^b | 0.26 ^{ab} | 0.20 ^{ab} | 0.02 | 0.039 |
| C22:5 n-6 | 0.06 | 0.03 | 0.04 | 0.04 | 0.01 | 0.247 |
| C22:5 n-3 | 0.52 | 0.29 | 0.45 | 0.40 | 0.03 | 0.096 |
| C22:6 n-3 | 0.11 ^a | 0.06 ^b | 0.09 ^{ab} | 0.07 ^{ab} | 0.01 | 0.017 |

¹Erro padrão da média. ^{a,b,c}letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística ($p < 0,05$).

1943

1944

4.3.3. Somatório dos ácidos graxos, suas relações e TBARS

1945

1946

1947

1948

1949

1950

1951

1952

1953

1954

1955

1956

1957

1958

1959

1960

1961

1962

Quanto à peroxidação lipídica, a variável TBARS não foi influenciada pelo uso da vitamina E ($p > 0,05$). Antioxidantes sintéticos, como o α -tocoferol, são usados tradicionalmente com a intenção de atrasar ou impedir os efeitos negativos da peroxidação lipídica em produtos cárneos, pois agem diminuindo a formação de radicais lipídicos iniciadores deste processo (Embuscado, 2015). Essa peroxidação lipídica destrói a estrutura da membrana celular, perturba os processos de transporte e causa perdas na função das organelas celulares, podendo afetar a qualidade da carne, em particular a cor e o sabor (Pisoschi & Pop, 2015). Entretanto, estes não foram os resultados encontrados neste trabalho. Por outro lado, Zhao et al. (2018), estudando o efeito da presença de substâncias antioxidantes, adicionaram bagaço de uva como fonte de antioxidante na dieta de carneiros e encontraram valores próximos ao desse estudo.

As concentrações totais dos tipos de ácidos graxos e suas relações também não foram influenciadas pela vitamina E; somente o G1 que apresentou menores concentrações de ácidos graxos ômega 3 em comparação ao GC; no entanto, os resultados obtidos estão dentro daqueles citados na literatura (Liu et al., 2013; Flakemore et al., 2017). Os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) não diferiram ($p > 0,05$). Ulbricht & Southgate (1991) propuseram como ideal um valor máximo de 1,27 para o IT, enquanto para o IA é ideal que não ultrapasse o valor de 0,72. Os valores encontrados para o IA neste estudo (\pm

1963 0,5) encontram-se dentro do recomendado, ao contrário de IT ($\pm 3,0$), que foi muito mais
 1964 elevado. Os IA e IT indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, isto é, quanto
 1965 menores os valores de IA e IT, maior é a quantidade de ácidos graxos anti-aterogênicos
 1966 presentes em determinado óleo/gordura e, conseqüentemente, maior é o potencial de
 1967 prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas (Turan et al., 2007). Em média, a
 1968 proporção de n-6:n-3 encontrada no estudo foi de 6,44:1, sendo semelhante entre todos os
 1969 grupos ($p=0,3276$), situando-se fora dos padrões recomendados pela Organização Mundial da
 1970 Saúde (2011), que seria entre 4:1 e 5:1. Os valores encontrados podem ser resultado da dieta
 1971 dos animais não ter sido exclusiva a pasto e com baixas quantidades de 18:3 n-3, elevando,
 1972 assim, o teor de n-6 (Simpoulos, 2002).

Tabela 6– Somatórios dos tipos de ácidos graxos, suas relações (%) e resultados de TBARS (mg MDA kg^{-1} de carne) do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de carneiros Pantaneiros (n=20), com cerca de 20 meses de idade, mantidos em confinamento, sob o efeito da vitamina E (α -tocoferol) de uso parenteral.

| Variáveis | Dose de vitamina E | | | | EMP ¹ | p-valor |
|------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|----------|
| | GC | G1 | G2 | G3 | | |
| Saturados | 43.80 | 45.79 | 43.66 | 44.62 | 0.53 | 0.489 |
| Insaturados | 53.52 | 51.62 | 53.77 | 52.58 | 0.51 | 0.461 |
| Monoinsaturados | 44.88 | 46.83 | 46.85 | 45.39 | 0.50 | 0.419 |
| Poli-insaturados | 11.32 | 7.38 | 9.50 | 9.98 | 0.59 | 0.111 |
| Poli/Sat | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.16 | 0.02 | 0.143 |
| Monoi/Sat | 1.03 | 1.02 | 1.08 | 1.06 | 0.02 | 0.735 |
| Ins/Sat | 1.22 | 1.18 | 1.23 | 1.13 | 0.03 | 0.496 |
| n-6 | 8.54 | 5.35 | 7.01 | 7.50 | 0.05 | 0.123 |
| n-3 | 1.30 ^a | 0.77 ^b | 1.14 ^{ab} | 1.03 ^{ab} | 0.07 | $p<0.05$ |
| n-6/n-3 | 6.70 | 6.92 | 6.16 | 7.12 | 0.18 | 0.261 |
| IA | 0.51 | 0.52 | 0.55 | 0.53 | 0.01 | 0.785 |
| IT | 2.81 | 3.75 | 3.21 | 3.23 | 0.14 | 0.126 |
| Tbars | 0.33 | 0.64 | 0.65 | 0.96 | 0.11 | 0.418 |

¹Erro padrão da média. ^{a,b,c}letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística ($p<0,05$).

1973

1974 5. Conclusão

1975 Este estudo mostrou que a suplementação parenteral com vitamina E influenciou
 1976 alguns parâmetros qualitativos da carne, como a gordura intramuscular, a cor e o perfil de
 1977 ácidos graxos, mas foi incapaz de diminuir as concentrações de agentes oxidantes com o
 1978 MDA. No geral, a dose testada de 400 UI em 4 mL subdividida em 2 mL, foi a que melhor
 1979 apresentou resultados quanto à diminuição na concentração de gordura intramuscular e de
 1980 alguns ácidos graxos saturados, mas também diminuiu a de alguns ácidos graxos insaturados.
 1981 Entretanto, a diminuição dos insaturados não indica que a vitamina E possa provocar
 1982 alterações significativas na carne a ponto de não considerá-la saudável.

1983 **6. Agradecimentos**

1984 O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de
1985 Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001", Fundect
1986 (Pronem 083/2015) e Laboratório Bravet.
1987

1988 7. Referências

- 1989 Alvarez, I., De La Fuente, J., Cañeque, V., Lauzurica, S., Pérez, C., & Díaz, M.T. (2009).
1990 Changes in the fatty acid composition of *M. longissimus dorsi* of lamb during storage in a
1991 high-oxygen modified atmosphere at different levels of dietary vitamin E supplementation.
1992 *Journal Agriculture Food Chemistry*, 57, 140–146.
- 1993 AOAC. (1990). Association of official analytical chemists (16th ed.). Arlington. VA. USA:
1994 Association of Official Analytical Chemists.
- 1995 Atay, O., Gökdal, Ö., Eren, V., Çetiner, Ş., & Yikilmaz, H. (2009). Effects of dietary vitamin
1996 E supplementation on fattening performance, carcass characteristics and meat quality traits of
1997 Karya male lambs. *Archives Tierzucht Journal*, 52, 618-626.
- 1998 Bekhit, A. E. D. & Faustman, C. (2005). Metmyoglobin reducing activity. *Meat Science*, 71,
1999 407-439.
- 2000 Bellés, M., Leal, L. N., Alonso, V., Roncalés, P & Beltrán., J. A. (2018). Effect of dietary
2001 vitamin E on physicochemical and fatty acid stability of fresh and thawed lamb. *Food*
2002 *Chemistry*, 239,1-8
- 2003 Berthelot, V., Broudiscou, L., & Schmidely, P. (2014). Effect of vitamin E supplementation
2004 on fatty acid composition of muscle and adipose tissues of indoor lambs with special attention
2005 on rumen-derived trans monounsaturated fatty acids. *Meat Science*, 96, 1281–1288.
- 2006 Botsoglou, N.A., Fletouris, D.J., Florou-Paneri, P., Christaki, E., & Spais, A.B. (2003).
2007 Inhibition of lipid oxidation in long-term frozen stored chicken meat by 15 dietary oregano
2008 essential oil and α -tocopheryl acetate supplementation. *Food Research International*, 36, 207-
2009 213.
- 2010 Brasil. (2000). Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento (MAPA). Secretaria da
2011 Defesa Agropecuária (SDA) Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal
2012 (DIPOA). Divisão de Normas Técnicas. Instrução Normativa n. 3 de 17 de janeiro de 2000.
2013 Aprova o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de
2014 Animais de Açougue.
- 2015 Cañeque. V. & Sañudo. C. (2000). Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de
2016 la carne enrumiantes. Espanha: Madrid, 255.
- 2017 Carmo, J., Beltran, J. A., & Roncales, P. (2008). Extension of the display life of lamb with an
2018 antioxidant active packaging. *Meat Science*, 80, 1086-1091.

- 2019 Champe, P., Harvey, R. A., & Ferrier D. A. (2005). *Bioquímica ilustrada*. (3thed). Porto
2020 Alegre: Artmed-Bookman.
- 2021 Chiara, V. L., Silva, R., Jorge, R., & Brasil, A. P. (2002). Ácidos graxos trans: doenças
2022 cardiovasculares e saúde materno-infantil. *Revista de Nutrição*, 15, 341-349.
- 2023 Corrêa, D. F. (2004). Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. *Jornal Vascular*
2024 Brasileiro, 3, 145-154.
- 2025 Daley, C. A., Abbott, A., Doyle, P. S., Nader, G. A & Larson, S. (2010). A review of fatty
2026 acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutrition journal*, 9, 1-
2027 10.
- 2028 Embuscado, M.E. (2015).Spices and herbs: Natural sources of antioxidants – a mini review.
2029 *Journal Functional Foods*, 18, 811-819.
- 2030 Flakemore, A. R., Malau-Aduli, B. S., Nichols, P. D., & Malau-Aduli, A. E. O. (2017).
2031 Omega-3 fatty acids, nutrient retention values, and sensory meat eating quality in cooked and
2032 raw Australian lamb. *Meat Science*, 123, 79-87.
- 2033 French, P., Stanton, C., & Lawless, F. (2003). Fatty acid composition of intra-muscular
2034 triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. *Livestock Production Science*,
2035 81, 307-317.
- 2036 Guerra-Rivas, C., Vieira, C., Rubio, B., Martínez, B., Gallardo, B., Mantecón, A.R., Lavín,
2037 P., & Manso, T. (2016). Effects of grape pomace in growing lamb diets compared with
2038 vitamin E and grape seed extract on meat shelf life. *Meat Science*, 16, 221-229.
- 2039 Hamm, R. (1960). *Biochemistry of meat hydratation: advances in food research*. Cleveland.
2040 (chapter10).
- 2041 Harfoot, C. G. & Hazlewood, G. P. (1988). Lipid metabolism in the rumen. *In*: P. N.
2042 HOBSON (Ed), *The rumen microbial ecosystem* (pp 285-232). London: Elsevier Applied
2043 Science.
- 2044 Hope, P. P., & Krennrich, G. (2000). Bioavailability and potency of natural-source and
2045 allracemic α -tocopherol in the human: a dispute. *European Journal of Nutrition*. Heidelberg,
2046 39, 183-93.

- 2047 Hopkins, D., Toohey, E., Warner, R., Mj. K., & VandeVem, R. (2010). Measuring the shear
2048 force of lamb meat cooked from frozen samples: Comparison of two laboratories. *Animal*
2049 *Production Science*, 50, 382-385.
- 2050 Jiang, Q. (2014). Natural forms of vitamin E: metabolism, antioxidant, and anti-inflammatory
2051 activities and their role in disease prevention and therapy. *Free Radical Biology and*
2052 *Medicine*, 72, .76-90.
- 2053 Khliji, S., van de Ven, R., Lamb, T.A., Lanza, M.,& Hopkins, D. (2010). Relationship
2054 between consumer ranking of lamb colour and objective measures of colour. *Meat science*,
2055 85, 224-229.
- 2056 Koba, K. & Yanagita, T. (2013). Health benefits of conjugated linoleic acid (CLA). *Obesity*
2057 *Research & Clinical Practice*, 8, 525-532.
- 2058 Lee, S., Decker E. A., Faustman C., & Mancini R. A. (2014). The effects of antioxidant
2059 combinations on color and lipidoxidation in n-3 oil fortified ground beef patties. *Journal of*
2060 *Agroalimentary Processes and Technologies*, 20, 282-292.
- 2061 Liu, S. (2002). Intake of refined carbohydrates and whole grain foods in relation to risk of
2062 type 2 diabetes mellitus and coronary heart disease. *Journal of the American College of*
2063 *Nutrition*, 21, 298-306.
- 2064 Liu, K., Ge, S., Luo, H., Yue, D., & Yan, L. (2013). Effects of dietary vitamin E on muscle
2065 vitamin E and fatty acid content in Aohan fine-wool sheep. *Journal of Animal Science and*
2066 *Biotechnology*, 4, 1-9.
- 2067 Lordelo, R. A., Mancini, M. C., Cercato, C. & Halpern, A. (2006). Eixos hormonais na
2068 obesidade: Causa ou Efeito? *Arquivo Brasileiro Endocrinologia e Metabolismo*, 51, 34-41.
- 2069 Maia, M.O., Costa, F.S., Susin, I., Rodrigues, G.H., Ferreira E.M., Pires, A.V., Gentil, R.S.,&
2070 Mendes, C.Q. (2012). Efeito do genótipo sobre a composição química e o perfil de ácidos
2071 graxos da carne de borregas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41, 986-992.
- 2072 Majdoub-Mathlouthi, L., Said, B., & Say, A. (2013). Effect of concentrate level and slaughter
2073 body weight on growth performances, carcass traits and meat quality of Barbarine lambs fed
2074 oat hay based diet. *Meat Science*, 93, 557-563.
- 2075 Maraba, K. P., Mlambo, V., Yusuf, A. O., Marume, O., & Arno, H. (2018). Extra dietary
2076 vitamin E – selenium as a mitigation strategy against housing induced stress in Dohne Merino

- 2077 lambs: effect on growth performance, stress biomarkers and meat quality. *Small Ruminant*
2078 *Research*, 160, 31-37.
- 2079 Minolta, M. K. (1998). Precise color communication: color control from perception to
2080 instrumentation. *Sakay*, 1, 1-49.
- 2081 Monteschio, J. O., Burin, P.C., Leonardo, A. P., Fausto, D. A, Silva A. L.A, Ricardo, H. A.,
2082 Silva, M. C., Souza, M. R., & Vargas Junior, F. M. (2018). Different physiological stages and
2083 breeding systems related to the variability of meat quality of indigenous Pantaneiro sheep.
2084 *PLoS ONE*, 13, 1-11.
- 2085 Morrissey, P. A., Buckley, D. J., Sheehy P. J. A., & Monahan, F.J. (1994). Vitamin E and
2086 meat quality. *Proceeding as of the Nutrition Society*, 53, 289-295.
- 2087 Nelson, D.L., & Cox, M.M. (2011). *Princípios de bioquímica de Lehninger*. (5thed). Rio
2088 Grande do Sul: Porto Alegre.
- 2089 NRC, National Research Council, (2007). *Nutrients requirements of small*
2090 *ruminants*. Washington: National Academies Press, p.362.
- 2091 Organização Mundial da Saúde (OMS) (2011). *Cardiovascular Diseases (CVDs)*. Fact Sheet n°
2092 317.
- 2093 Pisoschi, A. M., & Pop, A. (2015). The role of antioxidants in the chemistry of oxidative
2094 stress: A review. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 97, 55-74.
- 2095 Ponnampalam, E. N., Butler, K. L., McDonagh, M. B., Jacobs, J. L., & Hopkins. D.L. (2012).
2096 Relationship between muscle antioxidant status forms of iron polyunsaturated fatty acids and
2097 functionality (retail colour) of meat in lambs. *Meat Science*, 90, 297-303.
- 2098 Pugh, D.G. (2004). *Clínica de ovinos e caprinos*. 1^a ed. São Paulo: Roca.
- 2099 Ripoll, G., González-Calvo, L., Molino. F., Calvo, J. H., & Joy. M. (2013). Effects of
2100 finishing period length with vitamin E supplementation and alfalfa grazing on carcass color
2101 and the evolution of meat color and the lipid oxidation of light lambs. *Meat Science*, 93, 906-
2102 913.
- 2103 Schmid, A., Collomb, M., Sieber, R., & Bee, G. (2006). Conjugated linoleic acid in meat and
2104 meat products: a review. *Meat Science*, 73, 29-41.
- 2105 Silva, D.C., Cerchiaro, G., & Honório, K.M. (2011). Relações patofisiológicas entre estresse
2106 oxidativo e arteriosclerose. *Química Nova*, 34, 300-305.

- 2107 Simopoulos, A. P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty
2108 acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 56, 365-379.
- 2109 Sposito, A. C., Caramelli, B., & Fonseca, F. A. H. B. M. C. (2007). IV Diretriz brasileira
2110 sobre dislipidemias e prevenção da aterosclerose da sociedade brasileira de cardiologia.
2111 *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 88, 2-19.
- 2112 Suman, S.P., Hunt, M.C., Nair, M.N., & Rentfrow, G. (2014). Improving beef color stability:
2113 practical strategies and underlying mechanisms. *Meat Science*, 98, 490-504.
- 2114 Sun, H. X., Zhong, R. Z., Liu, H. W., Wang, M. L., Sun, J. Y., & Zhou, D. W. (2015). Meat
2115 quality, fatty acid composition of tissue and gastrointestinal content, and antioxidant status of
2116 lamb fed seed of a halophyte (*Suaedaglauca*). *Meat Science*, 100, 10-16.
- 2117 Turan, H., Sonmez, G., & Kaya, Y. (2007). Fatty acid profile and proximate composition of
2118 the thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. *Journal of*
2119 *Fisheries Sciences*, 1, 97-103.
- 2120 Trumbo, P.R., Yates, A.A., Schlicker-Renfro, S., & Sutor, C. (2003). Dietary Reference
2121 Intakes: revised nutritional equivalents for folate, vitamin E and provitamin A carotenoids.
2122 *Journal of Food Composition and Analysis*. 16, 379-382.
- 2123 Ulbricht, T.L.V., & Southgate, D.A.T. (1991). Coronary heart disease: Seven dietary factors.
2124 *Lancet Public Health*, 338, 985-992.
- 2125 Vital, A. C. P., Guerrero, A., Monteschio, J. O., Valero, M. V., Carvalho, C. B., Abreu Filho,
2126 B. A., Madrona, G. S., & Prado, N. I. (2016). Effect of edible and active coating (with
2127 rosemary and oregano essential oils) on beef characteristics and consumer acceptability. *PLoS*
2128 *ONE*, 11, 1-15.
- 2129 Zeoula, L. M., & Geron, L. J. V. (2006). Vitaminas. In: Berchielli, T. T. (Ed). *Nutrição de*
2130 *Ruminantes (PP 583)*. Jaboticabal: FUNEP.
- 2131 Zhao, T., Luo, H., Zhang, Y., Liu, K., Jia, H., Chang, Y., Jiao, L., & Gao, W. (2013). Effect of
2132 vitamin E supplementation on growth performance, carcass characteristics and intramuscular
2133 fatty acid composition of *Longissimus dorsi* muscle in Tan'sheep. *Chilean Journal*
2134 *Agriculture Research*, 73, 358-365.
- 2135 Zhao, J. X., Li, Q., Zhang, R. X., Liu, W. Z., Ren, Y. S., Zhang, C. X., & Zhang, J. X. (2018).
2136 Effect of dietary grape pomace on growth performance, meat quality and antioxidant activity
2137 in ram lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 236, 76-85.

2138 **CAPÍTULO 3 - CARACTERÍSTICAS TESTICULARES E SEMINAIS DE**
2139 **CARNEIROS PANTANEIROS ADULTOS SUPLEMENTADOS COM VITAMINA E**
2140 **PARENTERAL**

2141

2142

2143

2144

2145

2146

2147

2148

2149

2150

2151

2152

2153

2154

2155

2156

2157

2158

2159

2160

2161

2162

O artigo a seguir, está redigido de acordo com as exigências para publicação na revista South African Journal of Animal Science.

2163 **Características testiculares e seminais de carneiros Pantaneiros adultos suplementados**
2164 **com vitamina E parenteral**

2165

2166 A. P. Leonardo^{1#}, M. I. L. Souza², A. C. Valério³, R. A. Chagas³, A. T. Matos⁴, L. C.
2167 Portugal², F.M., Vargas Junior³

2168

2169 ¹Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e
2170 Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, CEP 79070-900, Campo Grande –
2171 Brasil. ²Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, CEP 79070-
2172 900, Campo Grande – Brasil. ³Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da
2173 Grande Dourados, CEP: 79200-000 Dourados, Brasil. ⁴Faculdade de Medicina Veterinária,
2174 Centro Universitário da Grande Dourados-Unigran, CEP:79824-900, Dourados- Brasil.

2175

2176 #autor correspondente: aripatiileonardo@hotmail.com

2177

2178

2179 **Características testiculares e seminais de carneiros Pantaneiros adultos suplementados**
2180 **com vitamina E parenteral**

2181 **Resumo**

2182 Analisaram-se os parâmetros testiculares (circunferência, comprimento, espessura, largura,
2183 volume e peso), histologia (túbulos seminíferos e células de Sertoli), os parâmetros seminais
2184 (volume, aspecto, turbilhonamento, motilidade, vigor e morfologia espermáticas), e as
2185 concentrações de malondialdeído (MDA) e testosterona no sangue de carneiros Pantaneiros
2186 (± 20 meses) que sofreram estresse nutricional na fase peridestame suplementados com
2187 vitamina E (VE) parenteral. Os carneiros ($n=20$) foram divididos em quatro grupos,
2188 recebendo um total de 400 UI em 4mL de VE (1 mL/100 UI α -tocoferol) semanalmente por 56
2189 dias consecutivos, em diferentes volumes: GC (controle/sem aplicação), G1 (1 aplicação de 4
2190 mL de VE), G2 (2 aplicações de 2 mL de VE) e G3 (4 aplicações de 1 mL de VE). A cada 14
2191 dias, durante os 56 dias experimentais, era feita a colheita do sangue e sêmen dos animais,
2192 para realizar as análises acima citadas. Após os 56 dias os animais foram abatidos e coletados
2193 seus testículos para análise de histologia e biometria testicular. Dentre os parâmetros
2194 reprodutivos testados, as características seminais mantiveram-se constantes nas diferentes
2195 colheitas. Entretanto, a suplementação de vitamina E do G3 aumentou o número de células de
2196 Sertoli ($p < 0,001$); mas, nenhum dos grupos foi influenciado pela vitamina E na contagem dos
2197 túbulos seminíferos, assim como a biometria testicular pós-abate. As concentrações de
2198 testosterona e malondialdeído no sangue também não sofreram influência da vitamina E. Este
2199 estudo indicou que as frequências de aplicação de VE utilizadas para a dose de 400 UI não
2200 foram suficientes para influenciar os parâmetros seminais e testiculares, concentrações de
2201 MDA e testosterona sanguíneas.

2202

2203 **Palavras-chave:** células de Sertoli, estresse oxidativo, ovino, sêmen, testículos.

2204 **Testicular and seminal characteristics of sheep adult Pantaneiro supplemented with**
2205 **parenteral vitamin E**

2206

2207 **Abstract**

2208 Were analyzed the testicular parameters (circumference, length, thickness, width, volume and
2209 weight), histology (seminiferous tubules and Sertoli cells), seminal parameters (volume,
2210 appearance, swelling, motility, sperm vigor and morphology) concentrations of
2211 malondialdehyde (MDA) and testosterone in the blood of Pantaneiros rams (\pm 20 months)
2212 who underwent nutritional stress in the peridesmam phase supplemented with parenteral
2213 vitamin E (VE). Sheep (n = 20) were divided into four groups, receiving a total of 400 IU in 4
2214 mL of VE (1 mL / 100 IU α -tocopherol) weekly for 56 consecutive days in different volumes:
2215 GC (control / no application), G1 (1 application of 4 mL of LV), G2 (2 applications of 2 mL
2216 of LV) and G3 (4 applications of 1 mL of LV). Every 14 days, during the 56 experimental
2217 days, blood and semen were collected from the animals to perform the above analyzes. After
2218 56 days, the animals were slaughtered and their testes collected for analysis of histology and
2219 testicular biometry. Among the reproductive parameters tested, the seminal characteristics
2220 remained constant in the different harvests. However, vitamin E supplementation of G3
2221 increased the number of Sertoli cells ($p < 0.001$); but none of the groups were influenced by
2222 vitamin E in the seminiferous tubule counts, as well as the post-slaughter testicular biometry.
2223 The concentrations of testosterone and malondialdehyde in the blood were also not influenced
2224 by vitamin E. This study indicated that the frequencies of LV application used at the dose of
2225 400 IU were not sufficient to influence the seminal and testicular parameters, MDA
2226 concentrations and blood testosterone .

2227 **Key words:** ovine, oxidative stress, semen, Sertoli cells, testes

2228 **Introdução**

2229 É possível adotar-se práticas para melhorar a qualidade e a quantidade de sêmen de
2230 machos ovinos, através do uso de suplementos de vitaminas (lipossolúveis e/ou
2231 hidrossolúveis) e outros elementos na dieta, a fim de potencializar a disseminação da genética
2232 de animais superiores e reduzir os custos de produção de doses de sêmen (Miloud & Karima,
2233 2015). O crescimento e a regressão testiculares em carneiros estão diretamente
2234 correlacionados com modificações no peso corporal e na secreção de hormônios metabólicos
2235 (Blache et al., 2000).

2236 A fertilidade dos machos pode ser afetada pelo estresse oxidativo (Arabi & Seidaie,
2237 2008). Algumas substâncias presentes no plasma seminal, quando em desequilíbrio, podem
2238 causar danos às células espermáticas e, assim, prejudicar a fertilidade ou, até mesmo, o início
2239 da puberdade ou maturação sexual, através do estresse oxidativo (Maia & Bicudo, 2009). O
2240 espermatozoide ovino, por conter uma alta concentração de ácidos graxos poli-insaturados
2241 (PUFAs) em sua membrana plasmática, é extremamente sensível aos efeitos nocivos das
2242 espécies reativas de oxigênio (ROS), através da lipoperoxidação (LPO), resultando em perda
2243 de motilidade e viabilidade espermáticas (Kaya et al., 2001), podendo assim, comprometer a
2244 fertilidade. Isso justifica o fornecimento de suplementos aos machos, com função
2245 antioxidante, no intuito de melhorar o ambiente químico testicular, e favorecer a
2246 espermatogênese e a esteroidogênese.

2247 O plasma seminal contém moléculas naturais que combatem as ROS que ocasionam
2248 esse estresse. Moilanen et al. (1993) relataram ter encontrado no plasma seminal a presença
2249 de α -tocoferol e sistemas enzimáticos que reduzem algum tipo de dano oxidativo no plasma.

2250 É conhecido que a vitamina E atua em sinergismo com o selênio, especialmente nas
2251 ações antioxidantes (NRC, 2007; Mahmoud et al., 2013; Ashan et al., 2014), melhorando a
2252 performance reprodutiva de carneiros tratados com estas substâncias, em termos de tamanho
2253 testicular, qualidade seminal, concentrações de testosterona, libido e níveis de glutathione
2254 redutase (Mahmoud et al., 2013).

2255 Atuando como um antioxidante lipossolúvel, a vitamina E (α -tocoferol) pode ser
2256 encontrada nas membranas celulares, onde atua como agente protetor dos PUFAs de
2257 membrana, protegendo-os da LPO (Luo et al., 2011). Luo et al. (2004) e Yue et al. (2010),
2258 estudando a concentração espermática de carneiros suplementados com vitamina E, puderam
2259 comprovar que a suplementação deste composto trouxe um aumento nas concentrações de
2260 espermatozoides, proteção contra possíveis danos causados pela LPO e incremento de índices
2261 reprodutivos. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar as respostas testiculares e do

2262 sêmen de ovinos Pantaneiros adultos que sofreram estresse nutricional na fase peridesmame à
2263 suplementação parenteral de 400 UI de vitamina E com diferentes números de aplicações.

2264 **Materiais e métodos**

2265 O experimento seguiu as diretrizes do Conselho Nacional de Controle da
2266 Experimentação Animal (CONCEA), aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da
2267 Universidade Federal da Grande Dourados (CEUA/UFGD), sob o número 19/2017.

2268 **Local de experimento e animais experimentais:**

2269 O experimento ocorreu na Fazenda Escola da Universidade Federal da Grande
2270 Dourados (UFGD), Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil (latitude 22°13'16"S e longitude
2271 54°48'20"W, altitude 430 metros), utilizando 20 carneiros Pantaneiros jovens, com 20±2,8
2272 meses de idade, escore de condição corporal (ECC; escala de 1-5; Pugh, 2004) 2,0±0,4 e peso
2273 vivo (PV) 32,5 ± 5,14 kg, oriundos do rebanho localmente adaptado desta fazenda. O peso e o
2274 ECC foram avaliados ao início e ao final do experimento.

2275 Os animais foram criados e mantidos em pastagem natural (*Brachiaria brizantha* cv.
2276 Piatã). Durante o seu crescimento inicial, nos períodos de amamentação e desmame, passaram
2277 por condições ambientais desfavoráveis por seca intensa na região. Uma vez selecionados
2278 para o experimento, submeteu-se os carneiros, inicialmente, ao exame clínico geral e especial
2279 (Pugh, 2004; Gouletsou e Fthenakis, 2010), para atestar sua condição de saúde física e
2280 reprodutiva, além de vermifugá-los (monepantel, Zolvix®) antes da entrada no confinamento.

2281 Depois dos exames físicos, distribuíram-se os 20 machos em baias individuais
2282 aleatoriamente, dispostos de forma aleatória e não fixa, alimentando-os com uma dieta
2283 (Tabela 1) à base de 50% de concentrado comercial (OviBochi®) e 50% de volumoso (feno de
2284 aveia e feno de capim *Brachiaria brizantha* cv. Piatã), fornecido duas vezes ao dia (manhã e
2285 tarde), com água *ad libitum*, de acordo com suas necessidades diárias para manutenção (NRC,
2286 2007).

2287 O período experimental ocorreu entre fevereiro e maio de 2017, com os primeiros 30
2288 dias destinados à adaptação à dieta, ao manejo e às instalações, seguidos por 56 dias de
2289 colheitas experimentais.

2290 **Grupos experimentais:**

2291 Os 20 animais foram aleatoriamente distribuídos em um delineamento inteiramente
2292 casualizado, com quatro tratamentos, tendo cinco machos em cada um deles. Cada grupo
2293 recebeu uma diferente frequência de aplicação para 400 UI de vitamina E(α -tocoferol;
2294 Monovin-E®, Bravet), por via intramuscular, em momentos distintos, contidos no volume

2295 total semanal recebido pelos animais de 4mL, sendo que cada 1 mL continha 100 UI de α -
2296 tocoferol. O dia 0 (D₀) do experimento correspondeu à data da primeira aplicação da vitamina
2297 E, visando avaliar um efeito agudo e mantido da mesma. Os grupos experimentais foram
2298 assim distribuídos:

2299 - **Grupo controle (GC):** não recebeu vitamina E (0 UI de α -tocoferol);

2300 - **Grupo 1 (G1):** recebeu uma injeção intramuscular de vitamina E (4 mL contendo 400 UI de
2301 α -tocoferol) por semana, ao longo dos 56 dias do experimento;

2302 - **Grupo 2 (G2):** recebeu duas injeções intramusculares de vitamina E (2 mL contendo 200 UI
2303 de α -tocoferol em cada uma delas), em dois dias seguidos, por semana, ao longo dos 56 dias
2304 do experimento;

2305 - **Grupo 3 (G3):** recebeu quatro injeções intramusculares de vitamina E (1 mL contendo 100
2306 UI de α -tocoferol em cada uma delas), em quatro dias seguidos, ao longo dos 56 dias do
2307 experimento.

2308 **Colheitas e quantificações do sangue, sêmen e medida de circunferência escrotal:**

2309 A partir do D₀, a cada 14 dias, por 56 dias consecutivos, constituindo os momentos 14,
2310 28, 42 e 56 dias (M₀, M₁₄, M₂₈, M₄₂, M₅₆), obteve-se uma amostra de sangue por venopunção
2311 jugular, mediu-se a circunferência escrotal (CE), com uso de fita métrica (cm) colocada no
2312 maior diâmetro da bolsa escrotal, e colheu-se sêmen dos animais por eletroejaculação.

2313 Logo após cada colheita de sêmen, fizeram-se as avaliações macro e microscópicas das
2314 amostras (Evans & Maxwell, 1987; Mies Filho, 1987; CBRA, 2013), no próprio local e pelo
2315 mesmo técnico, considerando-se volume (mL), aspecto (classificação 1 = aquoso; 2 = leitoso;
2316 3 = cremoso), turbilhonamento (escala de 0-5), motilidade total (%) e vigor (escala de 1-5).
2317 Para a determinação da concentração espermática (células espermáticas x10⁹/mL) preparou-se
2318 uma diluição 1:400 com água destilada, posteriormente contando-se as amostras no
2319 Laboratório da UFGD, em câmara de Neubauer e sob objetiva de 40x. A avaliação da
2320 morfologia espermática ocorreu através da confecção de esfregaços (com diluição em solução
2321 de formol salina), classificando-a em percentuais de defeitos maiores, menores e defeitos
2322 totais (Blom, 1973).

2323 A testosterona foi quantificada por radioimunoensaio (RIA) em fase sólida, usando-se
2324 kits comerciais para testosterona (RIA Testosterone, direct IM1119, Immunotech, Prague,
2325 Czech Republic), no Laboratório de Endocrinologia da Faculdade de Medicina Veterinária e
2326 Zootecnia – FMVZ, UNESP, Botucatu, SP, Brasil.

2327 Quantificou-se o nível de peroxidação lipídica no plasma sanguíneo, de forma indireta
2328 (Nichi et al., 2007), no Laboratório Multiuso, FAMEZ, UFMS, Campo Grande, MS, Brasil,

2329 mensurando-se as espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), neste caso, sem a
2330 indução de vitamina C e ferro. A leitura foi feita por espectrofotometria, em comprimento de
2331 onda de 532 nm e os resultados comparados com uma curva padrão, previamente
2332 estabelecida, de malondialdeído (MDA), sendo a concentração do TBARS determinada
2333 utilizando-se um coeficiente de extinção molar do MDA ($1,56 \times 10^5 \times M \text{ mL}^{-1}$), e expressa em
2334 ng MDA/mL.

2335 Ao final dos 56 dias considerou-se uma média total de cada parâmetro avaliado em cada
2336 tratamento para a análise dos dados.

2337 **Colheita de testículos e epidídimos e análise histológica:**

2338 No dia D₅₇ ocorreu o abate dos machos, após prévia insensibilização por eletr narcose,
2339 com descarga elétrica de 220 V por 8 segundos, seguida da secção das veias jugulares e das
2340 artérias carótidas para sangria. Após o abate, os testículos foram retirados. Nos testículos,
2341 mediu-se o volume testicular real (VOLR) através do deslocamento de água (Krause, 1993).
2342 Colocaram-se os testículos em um béquer graduado contendo um volume de água conhecido e
2343 calculou-se o VOLR pelo volume de água deslocado pelos testículos. O comprimento
2344 (COMP) e a largura testicular (LARG) foram mensurados usando o paquímetro, após a
2345 retirada da pele. Para medir o COMP, consideraram-se os testículos, excluindo-se a cauda dos
2346 epidídimos no sentido dorso-ventral. A LARG foi medida na porção média do testículo no
2347 sentido látero-medial.

2348 Logo após, os testículos foram colocados em solução de formalina tamponada 10%
2349 para fixação, e encaminhados para a análise histológica, no Laboratório de Histologia do
2350 Instituto de Biociências da UFMS. Fixaram-se os fragmentos de testículos em solução de
2351 Bouin por 48 h. Posteriormente, o material foi destinado à rotina histológica para inclusão em
2352 parafina. Obtiveram-se cortes de 5 µm de espessura, os quais foram corados em hematoxilina-
2353 eosina, para análises histológicas dos testículos (Foley, 2001). Além disso, em 20 túbulos
2354 seminíferos cortados transversalmente, realizou-se a quantificação dos núcleos das células de
2355 Sertoli, em objetiva 40x (Guerra et al., 2013).

2356 **Análise estatística**

2357 Todos os dados, inicialmente, passaram pelo teste de normalidade Anderson-Darling,
2358 sendo avaliados possíveis *outliers*. Os dados foram, então, submetidos à análise de variância
2359 (GLM) e, quando verificados efeitos significativos dos tratamentos, aplicou-se teste de médias
2360 de Bonferroni ($P < 0,05$), utilizando-se o programa estatístico SPSS 13.0 (2005). Como efeito
2361 fixo, estudou-se o número de aplicações (quatro tratamentos), em função do tempo (quatro
2362 períodos de avaliação com intervalos de 14 dias), para as variáveis dependentes dos

2363 parâmetros seminais, CE e biometria testicular. Para os estudos em função do tempo,
2364 considerou-se como co-variável o efeito de período. A aplicação de vitamina E foi, também,
2365 estudada independentemente do número de aplicações contrastada com o tratamento controle
2366 (4 mL vitamina E x controle). Os resultados foram expressos em médias (\pm) e erro padrão.

2367 Na avaliação histológica, utilizou-se o teste de ANOVA de um critério para verificar
2368 se havia diferença entre os grupos ($P < 0,05$), e teste de Tukey para localizar as diferenças.

2369 **Resultados e discussão**

2370 Os animais iniciaram o experimento com peso corporal médio de $33,50 \pm 5,14$ kg e
2371 com ECC médio de $2,0 \pm 0,4$, oriundos de um rebanho que sofreu restrições alimentares no
2372 período peridesmame, decorrentes de uma estiagem ocorrida na região. Mesmo assim, ao final
2373 dos 56 dias de experimento alcançaram peso de $40,75 \pm 6,02$ kg e ECC de $2,9 \pm 0,4$, ainda que
2374 sem diferenças estatísticas entre estes momentos ($P > 0,05$). Se comparados a outros animais de
2375 raças brasileiras, como a Santa Inês, poderiam ser considerados com baixo peso (Souza et al.,
2376 2007), mas os animais Pantaneiros possuem porte pequeno e, neste caso específico, é
2377 importante considerar o histórico de restrição alimentar devido à seca no período em que eles
2378 estavam a pasto, antes do confinamento. Serafim et al. (2016), encontraram um peso em
2379 média de 41,0 kg em carneiros Pantaneiros com aproximadamente 24 meses de idade. Outro
2380 fato relevante, nestes animais, é que o ECC elevou-se, na média, em 0,9 pontos, ainda que
2381 sem variações estatísticas nos diferentes momentos ($P > 0,05$). Esses resultados são
2382 importantes, porque restrições na nutrição durante as primeiras semanas de vida, pré-
2383 desmame, tem consequências de longo prazo sobre a performance reprodutiva na idade adulta
2384 (Blache et al., 2008). Um dos maiores reguladores da função reprodutiva é o estado
2385 metabólico do animal, ou seja, a disponibilidade de nutrientes e energia aos tecidos em um
2386 dado momento (Blache et al., 2006; Blache & Martin, 2009). O estado metabólico depende da
2387 massa de alimento consumido, das reservas corporais e da taxa de gasto de energia, com
2388 modificações em qualquer um destes fatores podendo influenciar a capacidade reprodutiva
2389 (Blache et al., 2006).

2390 Neste estudo, as características seminais dos carneiros, estudadas como média das
2391 colheitas realizadas ao longo dos 56 dias de experimento, mantiveram-se similares para todas
2392 as características avaliadas (Tabela 1) nos quatro grupos experimentais ($P > 0,05$), com
2393 exceção do aspecto do sêmen, que se mostrou mais aquoso no G2 em relação aos demais
2394 grupos ($P < 0,05$), que apresentaram aspecto leitoso. Ao analisar-se os resultados completos do
2395 exame de sêmen, percebe-se que os animais apresentavam amostras de qualidade inferior à
2396 média considerada ideal para a espécie (padrões mínimos de volume de 0,5 mL, motilidade de

2397 65%, vigor 4, concentração de $3,0 \times 10^9$ espermatozoides/mL; Evans & Maxwell, 1987; Mies
2398 Filho, 1987; CBRA, 2013; Delgadillo, 2008), provavelmente em decorrência do estresse
2399 metabólico ocorrido durante os seus estágios iniciais de crescimento, uma vez que suas
2400 necessidades de manutenção (NRC, 2007) foram supridas pela dieta durante o confinamento.

2401 É conhecido que as restrições nutricionais, em quantidade e qualidade, desencadeiam
2402 uma “memória metabólica” (Blache et al., 2006; NRC, 2007), que se reflete na capacidade
2403 produtiva e reprodutiva dos animais na vida adulta. Existem correlações fortes e diretas entre
2404 plano de nutrição, massa testicular e número de espermatozoides por ejaculado, para
2405 pequenos ruminantes (Blache et al., 2008; Martin et al., 2010), e isto é marcante ao observar-
2406 se as médias das concentrações espermáticas e dos resultados de vigor de todos os grupos
2407 estudados, mais baixos que as médias citadas acima (Evans & Maxwell, 1987; Mies Filho,
2408 1987; CBRA, 2013; Delgadillo, 2008). Ainda segundo estes mesmos autores, um sêmen de
2409 aspecto leitoso apresenta cerca de $3,0 \times 10^9$ espermatozoides/mL, como verificados nos
2410 grupos GC, G1 e G3; já um sêmen aquoso, como apresentado pelos animais do G2, tem
2411 concentração de apenas $0,7 \times 10^9$ espermatozoides/mL, e isso pode influenciar nos resultados
2412 de fertilidade de rebanhos colocados em cobertura com estes machos e nas doses de sêmen
2413 que eles são capazes de produzir (Miloud & Karima, 2015). Martin et al. (2012) citam que os
2414 componentes da dieta parecem ser responsáveis por relacionar o balanço energético à função
2415 testicular, através de associações entre genótipo, estrutura (órgãos), comunicação (sinais
2416 químicos e neurais, sensores de nutrientes) e tempo (dinâmica, memória e programação
2417 metabólicas).

2418 A ausência de variações no sêmen entre os grupos estudados contraria os resultados de
2419 Yue et al. (2010), que concluíram que suplementação com a vitamina E tem um papel positivo
2420 em melhorar a qualidade seminal por proteger a membrana das células testiculares e de suas
2421 mitocôndrias, por suas habilidades antioxidantes, inclusive com doses de 200 UI/dia. Talvez a
2422 quantidade utilizada no presente experimento, além dos diferentes fracionamentos, não tenha
2423 sido capaz de promover este efeito antioxidante de forma adequada, no período estudado,
2424 principalmente considerando-se o histórico metabólico dos animais. Tanto Hong et al. (2009),
2425 quanto Yue et al. (2010) afirmam que as respostas da vitamina E não são proporcionais às
2426 concentrações fornecidas.

2427 Como não houve interação entre momento de colheita e tratamento ($P>0,05$), os dados
2428 da circunferência escrotal foram avaliados como médias dos cinco momentos, com valores de
2429 $29,30 \pm 3,93$ cm no GC, $30,30 \pm 1,44$ cm no G1, $28,60 \pm 1,34$ cm no G2 e $29,20 \pm 1,48$ cm no G3,
2430 resultando numa média geral de $29,35 \pm 2,21$ cm entre todos os grupos ($P>0,05$). No mesmo

2431 grupamento genético, cordeiros entre 3 e 6 meses de idade, estudados por Santos et al. (2016),
2432 obtiveram CE média de 28,6 cm, correlacionada positivamente com a biometria testicular.
2433 Esses dados demonstram que os carneiros atingiram um desenvolvimento testicular
2434 compatível com as medidas de outros animais do mesmo grupamento genético, considerando-
2435 se a diferença de idade entre os animais de Santos et al. (2016) e os do presente
2436 experimento. Neste sentido, é conhecido que o crescimento e a regressão testicular em
2437 carneiros estão diretamente correlacionados com modificações no peso corporal e na secreção
2438 de hormônios metabólicos (Blache et al., 2000), o que implica em seu potencial de cobertura
2439 (Viñoles et al., 2012). Como os animais estudados sofreram restrição nutricional nas fases
2440 iniciais da vida, isto pode ter-se refletido no seu crescimento testicular, menor que o esperado
2441 no grupamento genético se considerar-se os animais jovens de Santos et al. (2016).

2442 A testosterona plasmática mostrou-se semelhante entre os grupos ($P > 0,05$), com
2443 concentrações de $5,16 \pm 0,59$ ng/mL no GC, $5,96 \pm 0,59$ ng/mL no G1, $4,91 \pm 0,59$ ng/mL no G2
2444 e $4,44 \pm 0,59$ ng/mL no G3. Ao avaliarem-se os momentos de aplicação, houve diferença
2445 ($P < 0,001$); entretanto, quando se observa as diferentes aplicações dentro de cada período, as
2446 diferentes frequências de aplicação da vitamina E não foram capazes de interferir
2447 significativamente nas concentrações da testosterona plasmática, ou seja, os níveis foram
2448 alterados, mas não pelos tratamentos e, sim, em razão do tempo decorrido, não ocorrendo uma
2449 interação entre período e tratamento.

2450 A concentração sanguínea de MDA, não variou entre os grupos ($P > 0,05$), com médias
2451 de $1,37 \pm 0,56$ ng/mL no GC, $1,34 \pm 0,56$ ng/mL no G1, $1,36 \pm 0,56$ ng/mL no G2 e $1,62 \pm 0,56$
2452 ng/mL no G3. No entanto, ao longo dos momentos, o MDA apresentou variações ($P < 0,05$), de
2453 forma similar ao que ocorreu na testosterona plasmática, mas, ao analisar-se o período
2454 individualmente, também não se manifestaram diferenças, demonstrando não haver uma
2455 interação entre período e tratamento.

2456 Ao avaliar-se as concentrações de testosterona plasmática, não se verificaram
2457 variações entre os grupos experimentais, indicando que todos os animais, inclusive os não
2458 tratados, mantiveram sua atividade esteroideogênica testicular dentro da normalidade (Preston
2459 et al., 2012). A ocorrência de estresse oxidativo nos animais e o efeito antioxidante da
2460 vitamina E, o MDA, assim como verificado na testosterona plasmática, não diferiu entre os
2461 grupos, e manteve-se dentro dos padrões de referência para a espécie (Mohebbi-Fani et al.,
2462 2011), indicando que os animais conseguiram manter o balanço entre oxidantes e

2463 antioxidantes, a despeito do uso da vitamina E, refletido pela ausência de diferenças entre o
2464 GC e os grupos tratados.

2465 Os dados obtidos na biometria testicular estão apresentados na Tabela 3. Não houve
2466 diferença em nenhuma das medidas avaliadas para os quatro grupos experimentais ($P>0,05$),
2467 considerando-se a média dos testículos direito e esquerdo, e a simetria entre eles, pela alta
2468 correlação existente, como relatado por Louvandini et al. (2008).

2469 Na análise histológica dos túbulos seminíferos, contados em 100 segmentos, verificou-
2470 se semelhança entre todos os grupos testados ($P>0,05$) com médias \pm erro padrão de
2471 $83,2\pm 5,58$ no GC, $79,2\pm 5,45$ no G1, $79,0\pm 4,56$ no G2, e $82,2\pm 4,09$ no G3. Já a contagem das
2472 células de Sertoli em 20 túbulos seminíferos em corte transversal resultou em média \pm erro
2473 padrão de $175,75\pm 4,98$ para o GC, $169,60\pm 5,79$ para o G1, $153,75\pm 8,03$ para o G2, e
2474 $205,60\pm 5,02$ para o G3, tendo o G3 apresentado maior número de células de Sertoli nos seus
2475 túbulos seminíferos em relação aos demais, com G1 ($P<0,05$), G2 e G3 ($P<0,01$),
2476 demonstrando um efeito positivo da vitamina E aplicada em dose dividida em quatro dias
2477 sobre os testículos dos carneiros, ainda que não tenha se refletido em maior produção
2478 espermática destes machos. De forma distinta, em cabritos suplementados por Hong et al.
2479 (2009) com vitamina E na dieta por cinco meses, desde os três meses de idade, houve um
2480 aumento significativo na densidade numérica e no diâmetro de túbulos seminíferos e
2481 epididimais, no número de células espermatogênicas e na sua habilidade, ainda que sem afetar
2482 o peso testicular, especialmente com doses de 80 e 320 UI/animal/dia, refletindo-se em um
2483 melhor desenvolvimento dos órgãos reprodutivos destes animais.

2484 Nos testículos, a vitamina E pode afetar a expressão de receptores e fatores de
2485 transcrição em numerosas vias intracelulares, além de regular a expressão de genes
2486 relacionados ao metabolismo (Xu et al., 2016). Segundo Arabi & Seidae (2008), Yue et al.
2487 (2010) e Xu et al. (2016), esta vitamina engrandece os mecanismos de defesa antioxidantes
2488 nos testículos, removendo o excesso de radicais livres, por aumentar a expressão gênica de
2489 enzimas antioxidantes e fatores ligados aos seus mecanismos de ação.

2490 Hong et al. (2009) levantam a hipótese de que a suplementação com vitamina E, quando
2491 atinge níveis mais elevados, como poderia ter ocorrido naqueles animais que tiveram a dose
2492 aplicada em um número menor de vezes, podem transferi-la para diversos tecidos ou expeli-la
2493 do corpo. É importante, também, considerar-se a necessidade de que a suplementação com
2494 vitamina E seja acompanhada da utilização de selênio, o qual tem efeito sobre as células
2495 testiculares e sobre a secreção de hormônios do eixo reprodutivo (Mahmoud et al., 2013).

2496

2497 Conclusão

2498 Pode-se concluir que a dose fornecida de vitamina E (400 UI), nas frequências de
2499 aplicação utilizadas neste estudo, não foi suficiente para melhorar os parâmetros seminais de
2500 carneiros, mesmo tendo aumentado o número de células de Sertoli nos testículos dos animais
2501 de um grupo. Sugere-se testar outras doses, frequências e tempos de aplicação que possam
2502 propiciar uma maior proteção testicular, de forma a se refletir em incrementos nas respostas
2503 testiculares.

2504 Agradecimentos

2505 O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de
2506 Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – “Código de Financiamento 001”, Fundect
2507 (Pronem 083/2015) e Laboratório Bravet.

2508 **Refêrencias**

- 2509 Arabi, M., Seidaie, S.R., 2008. Assessment of motility and membrane peroxidation of bull
2510 spermatozoa in the presence of different concentration of vitamin C. *J. Vet. Med.* 2, 39-46.
- 2511 Ahsan, U., Kamran, Z., Raza, I., Ahmad, S., Babar, S., Riaz, M.H. & Iqbal, Z., 2014. Role of
2512 selenium in male reproduction – A review. *Anim. Reprod. Sci.* 146, 55-62.
- 2513 Blache, D., Chagas, L.M., Blackberry, M.A., Vercoe, P.E. & Martin, G.B., 2000. Metabolic
2514 factors affecting the reproductive axis in male sheep. *J. Reprod. Fertil.* 120, 1-11.
- 2515 Blache, D., Maloney, S.K. & Revell, D.K., 2008. Use and limitations of alternative feed
2516 resources to sustain and improve reproductive performance in sheep and goats. *Anim. Feed
2517 Sci. Technol.*, 147, 140-157.
- 2518 Blache, D. & Martin, G.B., 2009. Control multi-dimensional del sistema reproductivo por la
2519 nutrición. Conference paper.
- 2520 Blache, D., Zhang, S. & Martin, G.B., 2006. Dynamic and integrative aspects of the regulation
2521 of reproduction by metabolic status in male sheep. *Reprod. Nutri. Dev.* 46, 379-390.
- 2522 Blom, E. 1973. The ultra structure of some characteristics perm defects and a proposal for a
2523 new classification of the Bull spermogram. *Nor. Vet. Med.*, 25, 383-91.
- 2524 CBRA (Colégio Brasileiro de Reprodução Animal), 2013. Manual para exame andrológico e
2525 avaliação de sêmen animal. 3.ed. Belo Horizonte: CBRA. pp.40.
- 2526 Delgadillo, J.A., 2008. Características anatômicas e funcionais do sistema reprodutor do
2527 macho. In: AISEN, E.G. *Reprodução Ovina e Caprina*. São Paulo: Med Vet. pp.1-10.
- 2528 Evans, G. & Maxwell, W.M.C., 1987. Frozen storage of semen. In: Salamon's artificial
2529 insemination of sheep and goats. Wellington: Butterworths. pp. 122-154.
- 2530 Foley, G.L., 2001. Overview of Male Reproductive Pathology: Mechanisms of male
2531 reproductive organ toxicity. *Toxicol. Pathol.*, 29, 49-63.
- 2532 Gouletsou, P.G., Fthenakis, G.C., 2010. Clinical evaluation of reproductive ability of rams.
2533 *Small Rumin. Res.* 92, 45-51.
- 2534 Guerra, M.T., Perobelli, J.E., Sanabria, M., Anselmo-Franci, J.A., & De Grava Kempinas, W.,
2535 2013. Long-term effects of perinatal androgenization on reproductive parameters of male rat
2536 off spring androgenization and male rat reproduction. *Horm. Metab. Res.*, 45, 586-592.

- 2537 Hong, Z., Hailing, L., Hui, M. & Guijie, Z., 2009. Effect of vitamin E supplementation on
2538 development of reproductive organs in Boer goats. *Anim. Reprod. Sci.*, 113, 93-101.
- 2539 Kaya, A., Aksoy, M., Baspmar, N., Yildiz, C. & Ataman, M.B., 2001. Effect of melatonin
2540 implantation to sperm donor rams on post-thaw viability and acrosomal integrity of sperm
2541 cells in the breeding and non-breeding season. *Reprod. Domest. Anim.* 36, 211-215.
- 2542 Krause, D., 1993. Sistema reprodutor masculino. In: Dirksen, G.; Gründer, H.D.; Stöber, M.
2543 (Ed.). *Rosenberger: exame clínico dos bovinos*. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. pp.
2544 242-268.
- 2545 Louvandini, H., McManus, C., Martins, R. D., Lucci, C. M., Corrêa, P. S., 2008.
2546 Características biométricas testiculares em carneiros Santa Inês submetidos a diferentes
2547 regimes de suplementação protéica e tratamentos anti-helmínticos. *Ciênc. Anim. Bras.* 9, 638-
2548 647.
- 2549 Luo, H., Ge, S., Yue, D., Yan, L., Xu, X., Liu, K., Yuan, F., 2011. Effect of Vitamin E on the
2550 Development of Testis in Sheep. *Artificial Insemination in Farm Animals*. In Tech. Available
2551 from: [https://www.intechopen.com/books/artificial-insemination-in-farm-animals/effect-of-](https://www.intechopen.com/books/artificial-insemination-in-farm-animals/effect-of-vitamin-e-on-the-development-of-testis-in-sheep)
2552 [vitamin-e-on-the-development-of-testis-in-sheep](https://www.intechopen.com/books/artificial-insemination-in-farm-animals/effect-of-vitamin-e-on-the-development-of-testis-in-sheep).
- 2553 Luo, H.L., Jia, Z.H., Zhu, S.E. & Ding, J.Z., 2004. Effect of vitamin E on the qualities of
2554 fresh and frozen thawed ram semen. *China Herbiv.* 24, 14-16.
- 2555 Mahmoud, G.B., Abdel-Raheem, S.M. & Hussein, H.A., 2013 Effect of combination of
2556 vitamin E and selenium injections on reproductive performance and blood parameters of
2557 Ossimi rams. *Small Rumin. Res.* 113, 103-108.
- 2558 Maia, M.S. & Bicudo, S.D., 2009. Radicais livres, antioxidantes e função espermática em
2559 mamíferos: uma revisão. *Rev. Bras. Reprod. Anim.* 33, 183-193.
- 2560 Martin, G.B., Blache, D., Miller, D.W. & Vercoe, P.E., 2010. Interactions between nutrition
2561 and reproduction in the management of the mature male ruminant. *Anim.* 4, 1214-1226.
- 2562 Martin, G.B., St Jorre, T., Al Mohsen, F.A., & Malecki, I.A., 2012. Modification of
2563 spermatozoa quality in mature small ruminants. *Reprod. Fert. Dev.* 24, 13-18.
- 2564 Mies Filho, A., 1987. *Reprodução dos Animais e Inseminação Artificial*. Porto Alegre:
2565 Sulina, p.423.

- 2566 Miloud, L. & Karima, B.R. 2015. Variations in semen characteristics rams of Ouled Djellal
2567 breed have received and important dietary supplement after regular and intensive collection.
2568 Asian Pac. J. Reprod.4, 13-16.
- 2569 Mohebbi-Fani, M., Mirzaei, A., Nazifi, S., Shabbooe, Z., 2012. Changes of vitamins A, E,
2570 and C and lipid peroxidation status of breeding and pregnant sheep during dry seasons on
2571 medium-to-low quality forages. Trop. Anim. Health Prod. 44, 259-265.
- 2572 Moilanen, J., Hovatta, O. & Lindroth, L., 1993. Vitamin E levels in seminal plasma can be
2573 elevated by oral administration of vitamin E in subfertile men. Int. J. Androl. 16, 165- 66.
- 2574 Nichi, M., Goovaerts, I.G.F., Cortada. C.N.M., Barnabe, V.H., Clercq, J.B.P. & Bols, P.E.J.,
2575 2007. Roles of lipid peroxidation and cytoplasmic droplets on in vitro fertilization capacity of
2576 sperm collected from bovine epididymides stored at 4 and 34°C. Theriog. 67, 334-340.
- 2577 NRC, 2007. National Research Council. Nutrients requirements of small
2578 ruminants. Washington: National Academies Press.
- 2579 Preston, B.T., Stevenson, I.R., Lincoln, G.A., Monfort, S.L., Pilkington, J.G., Wilson, K.,
2580 2012. Testes size, testosterone production and reproductive behaviour in a natural mammalian
2581 mating system. J. Anim. Ecol. 81, 296-305.
- 2582 Pugh, D.G., 2004. Clínica de ovinos e caprinos. 1.ed. São Paulo: Roca.
- 2583 Santos, R. A., Vargas Júnior, F. M., Seno, L. O., Orrico, A. C. A., Bottini Filho, F. D. E.,
2584 Senegalhe, F. B. D., Cansian, K. & Longo, M. L., 2016. Biometria testicular de ovinos
2585 Pantaneiros alimentados com níveis crescentes de glicerina bruta na dieta. Rev. Bras. Saúde
2586 Prod. Anim. 17, 311-321.
- 2587 Serafim, C.C.; Gomes, C.A.C.; Fumagalli, M.H.;Correa, L.S; Garcia, W.R.; Ferreira, M.B.;
2588 Koetz Junior, C.; Lopes, F.G., 2016. Características andrológicas de carneiros do grupo
2589 genético Pantaneiro. In: 7º Seminário de iniciação científica – Unopar. ISSN 2237-8901.
- 2590 SPSS.Applications Using SPSS 13.0, 2005.Statistical Services for Microsoft SQL Server.
- 2591 Souza, J.A.T., Campelo, J.E.G. & Macedo, N.A., 2007. Biometria testicular, características
2592 seminais, libido e concentração de testosterona em ovinos da raça Santa Inês, criados a
2593 campo, na microrregião de Campo Maior, Piauí. Cienc. Vet. Trop. 10, 21-28.
- 2594 Viñoles, C., De Barbieri, i., Gil, j., Oliveira, J., Fierro, S., Bialade, F. &Montossi, F., 2012.
2595 Long-term effect of nutrition on the metabolic status and reproductive potential of Merino
2596 rams under grazing conditions. Anim. Prod. Sci., 52, 881-889.

- 2597 Yue, D.B., Yan, L.Y., Luo, H.L., Jin, X.X.& Xu, X., 2010. Effect of Vitamin E
2598 supplementation on semen quality and the testicular cell membranal and mitochondrial
2599 antioxidant abilities in Aohan fine-wool sheep. Anim. Reprod. Sci. 118, 217-222.
- 2600 Xu, C., Zuo, Z., Liu, K., Jia, H., Zhang, Y. & Hailing, L., 2016. Transcript one analysis of the
2601 Tan sheep testes: differential expression of antioxidant enzyme-related genes and proteins in
2602 response to dietary vitamin E supplementation. Gene. 579, 47-51.

Tabela 1- Teor de nutrientes da dieta basal, conforme o volumoso ou concentrado fornecidos aos carneiros Pantaneiros (n=20), com cerca de 20 meses de idade, em confinamento, suplementados ou não com vitamina E (α -tocoferol) por via parenteral.

| Nutrientes | Composição (% MS) ^a | |
|-------------------|--------------------------------|-----------------|
| | Volumoso 50% | Concentrado 50% |
| Matéria seca (MS) | 93,0 | 93,3 |
| Proteína bruta | 3,7 | 13,9 |
| Extrato etéreo | 1,9 | 2,5 |
| Cinzas | 6,6 | 6,6 |
| FDN | 65,3 | 65,6 |
| FDA | 37,9 | 22,1 |

^aValor nutricional dos alimentos calculado com base na matéria seca.

Tabela 2 - Características seminais de carneiros jovens ($20 \pm 2,8$ meses de idade), em confinamento, suplementados ou não com vitamina E (α -tocoferol) por via parenteral, na dose total de 400 UI (100 mg/1 mL) por semana, durante 56 dias, Dourados, MS.

| Variáveis | Grupos experimentais* | | | | Erro | |
|--|-----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------|---------|
| | GC | G1 | G2 | G3 | Padrão | P-valor |
| Aspecto (1-3) | 1,96 ^{ab} | 1,96 ^{ab} | 1,68 ^b | 2,08 ^a | 0,050 | 0,035 |
| Concentração (x10 ⁹ /mL) | 1,02 | 1,19 | 1,00 | 1,10 | 0,067 | 0,790 |
| Volume (mL) | 0,608 | 0,625 | 1,004 | 0,776 | 0,079 | 0,287 |
| Turbilhão (0-5) | 2,2 | 2,8 | 2,3 | 2,8 | 0,112 | 0,100 |
| Motilidade (%) | 60,0 | 67,5 | 55,4 | 65,2 | 1,728 | 0,076 |
| Vigor (0-5) | 3,0 | 3,4 | 3,0 | 3,2 | 0,076 | 0,207 |
| Defeitos Totais (%) | 17,3 | 20,8 | 21,3 | 24,1 | 1,172 | 0,233 |
| Defeitos maiores (%) | 14,0 | 16,1 | 15,5 | 21,0 | 1,067 | 0,114 |
| Defeitos menores (%) | 3,3 | 4,7 | 5,8 | 3,1 | 0,635 | 0,429 |

*GC = grupo controle, G1 = 1 dose de 4mL, G2 = 2 dose de 2 mL cada, G3 = 4 doses de 1 mL.

Tabela 3 – Biometria testicular de carneiros jovens abatidos ($20 \pm 2,8$ meses de idade), suplementados ou não com vitamina E (α -tocoferol) por via parenteral, na dose total de 400 UI (100 mg/1 mL) por semana, durante 56 dias, Dourados, MS.

| Variáveis | Grupos Experimentais* | | | | Média | Erro Médio Padrão | P - valor |
|---------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-----------|
| | GC | G1 | G2 | G3 | | | |
| Circunferência (cm) | 18,67 | 18,30 | 17,50 | 17,45 | 17,96 | 0,262 | 0,309 |
| Comprimento (cm) | 9,43 | 9,53 | 8,50 | 9,23 | 9,200 | 0,158 | 0,099 |
| Espessura (mm) | 6,10 | 6,15 | 6,27 | 5,78 | 6,05 | 0,101 | 0,367 |
| Largura (cm) | 6,00 | 5,73 | 5,50 | 5,50 | 5,67 | 0,103 | 0,328 |
| Volume (cm ³) | 217 | 210 | 177 | 178 | 195 | 8,170 | 0,180 |
| Peso (Kg) | 0,225 | 0,217 | 0,184 | 0,193 | 0,205 | 0,008 | 0,319 |

*GC = grupo controle, G1 = 1 dose de 4mL, G2 = 2 dose de 2 mL cada, G3 = 4 doses de 1 mL. Os dados estão apresentados como médias do somatório dos testículos direito e esquerdo.

APÊNDICES



COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS - CEUA

Dourados-MS, 8 de setembro de 2017.

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "***Efeitos da vitamina E no desenvolvimento reprodutivo de machos ovinos pantaneiros***", registrada sob o protocolo de nº 19/2017, sob a responsabilidade de *Maria Inês Lenz Souza, Fernando Miranda de Vargas Júnior e Ariádne Patrícia Leonardo* – que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo *Chordata*, subfilo *Vertebrata* (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino), encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFGD) da Universidade Federal da Grande Dourados, em reunião de 23/06/2017.

| | |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Finalidade</i> | () Ensino (X) Pesquisa Científica |
| <i>Vigência da autorização</i> | 20/09/2017 a 31/03/2020 |
| <i>Espécie/linhagem/raça</i> | <i>Ovis aries</i> |
| <i>Nº de animais</i> | 22 |
| <i>Peso/idade</i> | 18 a 20 meses |
| <i>Sexo</i> | 20 machos e 2 fêmeas |
| <i>Origem</i> | Fazenda Escola UFGD |

Melissa Negrão Sepulvida
Coordenadora CEUA