

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

VITAMINA E NA PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS
DA CARÇAÇA E DA CARNE DE CABRITOS
½ BOER-SAANEN

Autora: Ana Paula Silva Possamai
Orientadora: Profª Drª Claudete Regina Alcalde

MARINGÁ
Estado do Paraná
dezembro 2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

VITAMINA E NA PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS
DA CARÇAÇA E DA CARNE DE CABRITOS
½ BOER-SAANEN

Autora: Ana Paula Silva Possamai
Orientadora: Profª Drª Claudete Regina Alcalde

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração: produção animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
dezembro 2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P856v	<p>Possamai, Ana Paula Silva Vitamina E na produção e características da carcaça e da carne de cabritos ½ Boer-Saanen / Ana Paula Silva Possamai. - - Maringá, 2015. 85 f. : il., tabs., figs.</p> <p>Orientadora: Prof^a. Dr^a. Claudete Regina Alcalde. Tese (doutorado)- Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2015.</p> <p>1. Caprinos - Carcaça. 2. Alometria. 3. Alfa-tocoferol. 4. Antioxidante. I. Alcalde, Claudete Regina, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2015. III. Título.</p> <p>CDD 21.ed.636.39</p>
-------	---



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**VITAMINA E NA PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS
DA CARÇAÇA E DA CARNE DE CABRITOS
1/2 BOER-SAANEN**

Autora: Ana Paula Silva Possamai
Orientadora: Prof^a Dr^a Claudete Regina Alcalde

TITULAÇÃO: Doutora em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

APROVADA em 18 de dezembro de 2015.

Prof. Dr. Francisco de Assis
Fonseca de Macedo

Prof^a Dr^a Andresa Carla
Feihmann

Prof. Dr. Robson Marcelo Rossi

Prof. Dr. Heraldo César
Gonçalves

Prof^a Dr^a Claudete Regina
Alcalde
(Orientadora)

*“Mas é preciso ter manha
É preciso ter graça
É preciso ter sonho sempre
Quem traz na pele essa marca
Possui a estranha mania
De ter fé na vida....”*

(Milton Nascimento e Fernando Brant)

A Deus, por mais esse objetivo alcançado e pelo dom da vida.

Aos meus pais, Eugenio Mario Possamai e Ana Maria Silva Possamai, por mais uma vez acreditarem em mim, na minha capacidade, e pelo apoio fundamental em dizer sim nos momentos mais difíceis dessa etapa. Sem este sim, nenhuma dessas linhas aqui teria sido iniciada, vocês foram/são responsáveis por grande parte disso tudo e são meus maiores incentivadores e fonte de inspiração em seguir sempre adiante e, uma dedicatória apenas não é capaz de expressar o sentimento de gratidão por tudo que me tens proporcionado até aqui. Obrigada por toda a vida!

Aos meus irmãos, Ana Cássia Silva Possamai e Guido Francisco Possamai, pelo incentivo, que mesmo estando longe, torceram pelo meu êxito, e por junto a nossos pais formarem a família a qual pertença que sempre me apoia e encoraja a não deixar as dificuldades se tornarem maiores que a esperança e a fé.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento da pesquisa.

À Professora Dr^a Claudete Regina Alcalde, pela oportunidade, orientação, ensinamentos e paciência durante este período.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos. Em especial ao professor Dr. Francisco de Assis Fonseca de Macedo, por toda ajuda e auxílio prestados durante esta etapa, ao professor Dr. Antonio Ferriani Branco, pelo espaço cedido para realização do experimento, ao professor Dr. Ivanor Nunes do Prado, por disponibilizar o laboratório para as análises e dissecações, ao professor Dr. Ricardo Souza Vasconcellos por todo suporte e ajuda na realização dos abates.

À professora Dr^a Andresa Carla Feihmann, por todo auxílio prestado nas análises e, pelo empenho dedicado.

Ao professor Dr. Robson M. Rossi, pelos ensinamentos, auxílio nas análises estatísticas e por me receber sempre muito prestativamente.

Ao Dr. Daniel Mantovani, pela ajuda nas análises em HPLC, por dividir comigo alguns meses de dedicação nas análises de vitamina E.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi, Nelson Palmeira, Nelson Nogueira, Ezupério Salim da Silva, Carlos José da Silva (Huck), Antônio Donizetti de Moraes (Toninho) e Wilson Marssola, por auxiliarem na execução do experimento.

Aos funcionários do LANA (Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal – UEM) Creuza Azevedo, Hermogenes Augusto C. Neto e Roberto Carlos D’Avila, pelo auxílio nas análises laboratoriais.

Aos colegas de equipe, Ludmila Couto Gomes, Bruna Susan de Lábio Molina, Bruna Hygino, Sérgio Mangano, Isabela Ribeiro Ferrari, Caroline Isabela da Silva, Jessyka Guedes Mazziero, Jessica Ortega de Jesus, Henrique Possebon, pela dedicação e amizade, que proporcionaram momentos harmoniosos e descontraídos durante a condução do experimento e análises.

À minha irmã, Ana Cássia Silva Possamai, por compartilhar comigo dias e noites em laboratório, e pelo companheirismo em me ajudar sempre, no que fosse necessário!

Aos amigos de pós-graduação, Daiane Grieser, Natalia Mora, Leandro Castilha, Vittor Zancanela, Bruno Lala, Tiago Pasquetti, Ana Cláudia Radis, Franciane Barbieri Dias e Ivan Graça Araújo, por compartilharem momentos de estudos, descontração, por toda a ajuda intelectual e emocional por vocês proporcionada.

Ao André Kazunori Maebara, por todo auxílio prestado, por toda a paciência, por me ajudar e estar ao meu lado em todos os momentos em que precisei.

A todas as pessoas que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

ANA PAULA SILVA POSSAMAI, filha de Eugenio Mario Possamai e Ana Maria Silva Possamai, nasceu em Barra do Garças, Mato Grosso, no dia 24 de maio de 1988.

Em março de 2005, iniciou no curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR), concluindo-o em janeiro de 2010.

Em março de 2010, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, em nível de Mestrado, na área de concentração produção e nutrição de ruminantes.

No dia 30 de março de 2012, submeteu-se à banca para defesa da dissertação, sendo aprovada para receber o título de Mestre em Zootecnia.

Em março de 2012, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, em nível de Doutorado, na área de concentração produção e nutrição de ruminantes.

Submeteu-se, em agosto de 2015, ao Exame Geral de Qualificação, como parte das exigências para a conclusão do Doutorado em Zootecnia, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá.

Em dezembro de 2015, submeteu-se à banca para defesa da Tese, sendo aprovada para receber o título de Doutor em Zootecnia.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
I – INTRODUÇÃO.....	1
Referências bibliográficas.....	10
II – OBJETIVOS GERAIS.....	15
III – DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE CABRITOS 1/2 BOER-SAANEN SUPLEMENTADOS COM VITAMINA E NA DIETA.....	16
Resumo.....	16
Introdução.....	16
Material e métodos.....	18
Resultados e discussão.....	22
Conclusão.....	29
Agradecimentos.....	29
Referências bibliográficas.....	30
IV – QUALIDADE DE CARNE DE CABRITAS 1/2 BOER-SAANEN SUPLEMENTADAS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS DE VITAMINA E...	35
Resumo.....	35
Introdução.....	36
Material e métodos.....	37
Resultados e discussão.....	41
Conclusão.....	50

Agradecimentos.....	50
Referências bibliográficas.....	50
V – CRESCIMENTO ALOMÉTRICO DOS CORTES E TECIDOS EM CARCAÇAS DE CABRITAS ½ BOER-SAANEN SUPLEMENTAS COM NÍVEIS DE VITAMINA E NA DIETA.....	55
Resumo.....	55
Introdução.....	55
Material e métodos.....	57
Resultados e discussão.....	59
Conclusão.....	65
Agradecimentos.....	65
Referências bibliográficas.....	65
VI – VIDA DE PRATELEIRA DE CARNES DE CABRITOS ½ BOER-SAANEN SUPLEMENTADOS COM VITAMINA E NA DIETA.....	68
Resumo.....	68
Introdução.....	69
Material e métodos.....	70
Resultados e discussão.....	73
Conclusão.....	81
Agradecimentos.....	82
Referências bibliográficas.....	82

LISTA DE TABELAS

	Página
III - DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA DE CABRITOS ½ BOER-SAANEN SUPLEMENTADOS COM VITAMINA E NA DIETA	
Tabela 1	Composição em grama/kg de matéria seca e químico-bromatológica das rações experimentais..... 19
Tabela 2	Desempenho produtivo de cabritos ½ Boer-Saanen em função dos níveis de vitamina E na dieta e do sexo..... 23
Tabela 3	Características quantitativas da carcaça de cabritos ½ Boer-Saanen em função dos níveis de vitamina E na dieta e do sexo..... 24
Tabela 4	Rendimentos de corte da carcaça de cabritos ½ Boer-Saanen em função dos níveis de vitamina E na dieta e do sexo..... 26
Tabela 5	Medidas do lombo de cabritos ½ Boer-Saanen em função dos níveis de vitamina E na dieta e do sexo..... 28
IV - QUALIDADE DE CARNE DE CABRITAS ½ BOER-SAANEN SUPLEMENTADAS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS DE VITAMINA E	
Tabela 1	Composição em grama/kg de matéria seca e químico-bromatológica das rações experimentais..... 38
Tabela 2	Médias dos valores da cor e pH do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cabritas ½ Boer-Saanen em função dos níveis de vitamina E na dieta.... 42
Tabela 3	Composição química e física do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cabritas ½ Boer-Saanen em função dos níveis de vitamina E na dieta..... 44
Tabela 4	Concentração de ácidos graxos do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cabritas ½ Boer-Saanen em função dos níveis de vitamina E na dieta.... 46

Tabela 5	Concentração de malonaldeído e de α -tocoferol do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cabritas ½ Boer-Saanen em função dos níveis de vitamina E na dieta.....	48
----------	--	----

V - CRESCIMENTO ALOMÉTRICO DOS CORTES E TECIDOS EM CARCAÇAS DE CABRITAS ½ BOER-SAANEN SUPLEMENTADAS COM NÍVEIS DE VITAMINA E NA DIETA

Tabela 1	Composição em grama/kg de matéria seca e químico-bromatológica das rações experimentais.....	58
Tabela 2	Coeficientes de alometria (b) dos cortes comerciais da carcaça de cabritas ½ Boer-Saanen suplementadas com vitamina E na dieta em relação à meia carcaça.....	60
Tabela 3	Coeficientes de alometria (b) dos tecidos histológicos de cabritas ½ Boer-Saanen suplementadas com vitamina E na dieta em relação ao corte paleta.....	62
Tabela 4	Coeficientes de alometria (b) dos tecidos histológicos de cabritas ½ Boer-Saanen suplementadas com vitamina E na dieta em relação ao corte lombo.....	63
Tabela 5	Coeficientes de alometria (b) dos tecidos histológicos de cabritas ½ Boer-Saanen suplementadas com vitamina E na dieta em relação ao corte perna.....	64

VI - VIDA DE PRATELEIRA DE CARNES DE CABRITOS ½ BOER-SAANEN SUPLEMENTADOS COM VITAMINA E NA DIETA

Tabela 1	Composição em grama/kg de matéria seca e químico-bromatológica das rações experimentais.....	71
Tabela 2	Critério de ajuste - logaritmo da verossimilhança para os modelos considerados.....	75
Tabela 3	Estimativas dos parâmetros, considerando o modelo <i>Weibull</i> , por tratamento (nível de dl- α -tocoferol acetato) e por método de avaliações.....	78

LISTA DE FIGURAS

	Página
I – INTRODUÇÃO	
Figura 1 Fórmula estrutural do tocoferol e tocotrienol (vitamina E).....	6
III - DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA DE CABRITOS ½ BOER-SAANEN ALIMENTADOS COM VITAMINA E NA DIETA	
Figura 1 Divisões anatômicas da meia carcaça esquerda para obtenção dos cortes comerciais.....	21
Figura 2 Medidas realizadas no músculo <i>Longissimus dorsi</i> : medida A (largura máxima do músculo), medida B (profundidade do músculo), medida C (espessura de gordura subcutânea sobre o músculo) e medida J (espessura máxima e gordura subcutânea no perfil do lombo).....	21
V - CRESCIMENTO ALOMÉTRICO DOS CORTES E TECIDOS EM CARÇAÇAS DE CABRITAS ½ BOER-SAANEN SUPLEMENTADAS COM NÍVEIS DE VITAMINA E NA DIETA	
Figura 1 Divisões anatômicas da meia carcaça esquerda para obtenção dos cortes comerciais.....	59
VI - VIDA DE PRATELEIRA DE CARNES DE CABRITOS ½ BOER- SAANEN SUPLEMENTADOS COM VITAMINA E NA DIETA	
Figura 1 Curva de sobrevivência S(t) de KM ajustadas aos tempos (dias), por tipo de tratamento (simultâneo), oxidação lipídica – TBARS.....	74
Figura 2 Curva de sobrevivência S(t) de KM ajustadas aos tempos (dias), por tipo de tratamento (simultâneo), avaliação consumidores.....	74
Figura 3 Curva de sobrevivência de KM e Weibull ajustadas aos tempos (dias), por tipo de tratamento (avaliação por consumidores).....	76
Figura 4 Curva de sobrevivência de KM e Weibull ajustadas aos tempos (dias), por tipo de tratamento (avaliação química - TBARS).....	76

RESUMO

O objetivo neste trabalho foi avaliar o desempenho, as características quantitativas da carcaça, vida de prateleira e composição físico-química do músculo *Longissimus dorsi* e o crescimento alométrico dos cortes e tecidos de cabritos ½ Boer-Saanen, recebendo rações com diferentes níveis de vitamina E na dieta. Foram utilizados 35 cabritos ½ Boer-Saanen, com idade média \pm desvio-padrão de $122 \pm 3,57$ dias e peso corporal médio inicial de $21 \pm 2,85$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em quatro tratamentos, sendo o controle, sem inclusão de vitamina E, e os demais tratamentos contendo 50, 150 e 450 mg de dl- α -tocoferol acetato/kg MS. Os animais foram pesados no início do experimento e a cada 14 dias para acompanhamento do peso corporal e ajuste da dieta. Quando atingiram peso médio de 32 kg, os animais foram submetidos a jejum de 16 h e, posteriormente, abatidos para a obtenção das carcaças. Foram avaliadas as características quantitativas das carcaças, e amostras do músculo *Longissimus dorsi* foram retiradas para as avaliações físico-químicas e avaliação visual da vida de prateleira da carne. A meia carcaça esquerda obtida foi seccionada em cinco regiões anatômicas, sendo pescoço, paleta, costilhar, lombo e perna. Para avaliação do crescimento alométrico dos cortes e dos tecidos, os cortes paleta, lombo e perna foram dissecados e separados nos seguintes grupos teciduais: gordura total, músculos e ossos. Não foram observados efeitos dos tratamentos sobre o desempenho e as características quantitativas da carcaça dos animais suplementados com vitamina E, no entanto se observou efeito do sexo no desempenho produtivo e nas características de carcaça dos animais, em que os machos demonstraram melhores respostas. Para as características físico-químicas do músculo *Longissimus dorsi*, não foram observados efeitos das dietas suplementadas na cor, pH e força de cisalhamento do músculo. Entretanto, observou-se efeito linear positivo para o teor de umidade e perda por cocção, e efeito linear negativo para os teores de proteína bruta e gordura total no músculo *Longissimus dorsi* dos

animais suplementados com vitamina E na dieta. Na concentração de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* foram observadas melhorias no perfil de ácidos graxos, com efeitos quadráticos para os ácidos graxos mirístico, ácido linoleico conjugado, araquidônico, soma total dos ácidos graxos poli-insaturados e razão ácido graxo poli-insaturado: ácido graxo saturado, e efeito linear negativo para o ácido graxo palmitoleico. Houve redução na oxidação lipídica durante os dias de armazenamento das carnes e aumento na incorporação de vitamina E no músculo dos animais que consumiram dietas suplementadas. A vida de prateleira das carnes foi influenciada pela suplementação vitamínica na dieta dos animais, tendo demonstrado maior tempo de sobrevivência dos bifes na avaliação química, pelo método de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico, e pelo método de avaliação visual por consumidores, em que o método de avaliação química se mostrou mais acurado na predição da avaliação de vida de prateleira. Houve efeitos das dietas sobre o crescimento alométrico dos cortes comerciais da carcaça de animais suplementados com vitamina E, bem como no desenvolvimento dos tecidos (muscular, adiposo e ósseo), nos principais cortes comerciais da carcaça caprina. A vitamina E pode ser utilizada na alimentação de cabritos ½ Boer-Saanen, em níveis a partir de 150 mg, sem influenciar o desempenho produtivo dos animais, apresentando melhoras na composição química do músculo *Longissimus dorsi*, na incorporação de vitamina E no tecido muscular, redução na oxidação lipídica, melhor aceitação pelo consumidor das carnes suplementadas e desenvolvimento adequado dos cortes e dos tecidos dos cortes da carcaça dos animais.

Palavras-chave: Alfa-tocoferol, alometria, antioxidante, caprinos, desempenho, lombo

ABSTRACT

The goal of this study was to evaluate the performance, carcass quantitative characteristics, shelf life and physicochemical characteristics of *Longissimus dorsi* muscle and the allometric growth of cuts and tissue of goat kids ½ Boer-Saanen fed diets with different levels of vitamin E. Thirty-five goat kids ½ Boer-Saanen were used, with an average age of 122 ± 3.57 days and initial body weight of 21 ± 2.85 kg, distributed in a completely randomized design in four treatments, being the control without addition of vitamin E, and other treatments containing 50, 150 and 450 mg of dl- α -tocopheryl acetate/kg of DM. The animals were weighed at the beginning of the study and each 14 days to monitor the body weight and make diet adjustment. When the average body weight reached 32 kg, the animals were fasted for 16 hours and subsequently slaughtered to obtain the carcass. Quantitative carcass characteristics were evaluated, and samples of the *Longissimus dorsi* muscle were taken to the physicochemical evaluations and visual assessment of meat shelf life. The left half carcass was sectioned into five anatomical regions, as follows: neck, shoulder, ribs, loin and leg. To evaluate the allometric growth of the cuts and tissues, the cuts: shoulder, loin and leg were dissected and separated into following tissues groups: total fat, muscle and bone. There were no treatment effects on performance and carcass quantitative characteristics of the animals supplemented with vitamin E in diet, however there was effect of gender on performance and carcass characteristics of the animals, where males showed better results. To the physicochemical characteristics of *Longissimus dorsi* muscle, there were no effects of treatments in color, pH and muscle shear force. However, there was a positive linear effect for the moisture content and cooking loss, and negative linear effect on crude protein and total fat content in *Longissimus dorsi* muscle of the animals supplemented with vitamin E in diet. In the fatty acid concentration in *Longissimus dorsi* muscle, improvements were observed in the fatty

acid profile, with quadratic effect for myristic, conjugated linoleic acid and arachidonic fatty acids, and for the sum of poly-unsaturated fatty acids and the ratio polyunsaturated fatty acid: saturated fatty acid, and a negative linear effect for the palmitoleic fatty acid. There was a reduction in lipid oxidation in the meat days of storage and increased incorporation of vitamin E in muscle of the animals that consumed diets supplemented with vitamin E. The shelf life of meat was influenced by vitamin supplementation in animal diet and showed greater survival time of meat in chemical evaluation by the method of thiobarbituric acid reactive substances and the visual evaluation method for consumers, wherein the chemical method was more accurate to assess the prediction of shelf life. There were diet effects on allometric growth of carcass commercial cuts of animals supplemented with vitamin E, and on the development of tissues (muscle, fat and bone) in the main commercial cuts of the goat kids' carcass. Vitamin E can be used to feed ½ Boer-Saanen goat kids in levels up to 150 mg, without affecting the productive performance of the animals, showing improvements in chemical composition of *Longissimus dorsi*, in the vitamin E incorporating in muscle tissue, reducing lipid oxidation, better consumer acceptance of meat supplemented and proper development of cuts and tissues cuts of animals carcasses.

Key words: Alpha tocopheryl, allometry, antioxidant, goat kids, loin, performance

I – INTRODUÇÃO

Caprinocultura

Nos últimos anos vêm ocorrendo mudanças significativas para o fortalecimento da cadeia produtiva da caprinocultura no país. O que era antes visto como uma alternativa de criação para produtores de baixa renda, hoje se destaca no agronegócio brasileiro de forma crescente. De acordo com dados divulgados pela FAOSTAT (2014), o Brasil possui um rebanho de aproximadamente 8,7 milhões de caprinos estimado em 2013, apresentando um ligeiro aumento de 1,36% em relação ao ano anterior.

A caprinocultura no Brasil, principalmente nas regiões Sul e Sudestes, caracteriza-se pela produção leiteira, oriunda de raças de aptidão mista e/ou leiteira, obtendo-se carne a partir de animais adultos de descartes, ou cabritos provenientes dos rebanhos leiteiros (McManus et al., 2008; Silva et al., 2012), sendo a principal raça produtora de leite utilizada a Saanen. Em decorrência da elevada prolificidade da espécie caprina, o número de cabritos nascidos em um rebanho leiteiro ao longo do ano, representa possibilidade de geração de renda para o produtor pela maior comercialização da carne.

Raças caprinas leiteiras como a Saanen possuem menor ganho de peso e conseqüentemente menor velocidade de crescimento quando comparadas as raças especializadas para produção de carne, o que pode acarretar em maior período para a terminação destes animais quando destinados à produção de carne. A introdução de raças especializadas na produção de carne, como a Boer, no cruzamento de rebanhos leiteiros, tem propiciado a manutenção da produção leiteira e a obtenção de animais nascidos dos rebanhos leiteiros com maior velocidade de crescimento e melhor conformação e composição da carcaça, favorecendo a produção de carne caprina (Hashimoto et al., 2007; Grande et al., 2009; Freitas et al., 2011).

Possamai et al. (2015) observaram ganhos de peso de 0,09; 0,14; 0,14 e 0,16 kg/dia em cabritos Saanen alimentados com dietas contendo 2,5; 2,6; 2,7 e 2,8 Mcal EM/kg MS, respectivamente, enquanto Santos et al. (2015) observaram ganhos de peso de 0,18; 0,15; 0,16 e 0,17 kg/dia em cabritos ½ Boer-Saanen alimentados com dietas contendo os mesmos níveis energéticos utilizados o que demonstra a superioridade nos índices de produção de animais cruzados, o que favorece a produção de carne caprina.

Segundo Malan (2000), os animais da raça Boer se destacam para cruzamentos com fêmeas leiteiras pela sua boa conformação, crescimento rápido, além de serem facilmente adaptáveis às condições ambientais e imprimirem suas características de produção de carne.

Carcaça caprina

A qualidade da carcaça não depende somente do peso do animal, mas da quantidade de músculo, grau de gordura, conformação e principalmente da idade de abate. De acordo com Santos et al. (2001a), a avaliação da carcaça é uma importante análise do desempenho alcançado pelo animal durante seu desenvolvimento e é determinada a partir do consumo, ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de carcaça. O sistema de produção de carne é avaliado pelas características quantitativas da carcaça determinadas pelo rendimento, composição regional, composição tecidual e musculabilidade (Lucas, 2007).

As medidas corporais da carcaça e os índices zootécnicos são fundamentais para a caracterização de um grupo genético e conhecimento do seu potencial para exploração comercial. As informações obtidas por meio da avaliação da carcaça animal permite a comparação entre rebanhos de localidades diferentes e contribui para a definição de um padrão racial, podendo servir de referencial para programas de melhoramento genético.

A composição regional da carcaça pode ser definida como os rendimentos apresentados pelos cortes nas distintas regiões anatômicas da carcaça. Diferente das demais espécies de ruminantes, como os bovinos (BRASIL, 2004), as carcaças caprinas não possuem uma padronização nos cortes que estabeleça um padrão a ser seguido em todo o país. A padronização dos cortes comercializados é definida pelo mercado consumidor, que determina pesos mínimos e máximos e tipos de cortes a ser

comercializado de acordo com os costumes regionais e hábitos alimentares da população.

A distribuição de gordura na carcaça caprina se apresenta bem diferente das outras espécies de ruminantes, como os ovinos, por exemplo. A gordura subcutânea em caprinos é muito fina e a cavidade abdominal constitui o principal depósito de gordura, sendo que 50% a 60% da gordura total estão localizadas entre o abdome e as vísceras; desta forma, grande parte desta gordura irá desaparecer na evisceração da carcaça (Madruga, 1999). Conferindo desta maneira, menor quantidade de gordura na carcaça caprina e, conseqüentemente, na carne de caprinos.

Carne caprina

A carne pode ser definida como o produto resultante das contínuas transformações que ocorrem no músculo após a morte do animal, e é utilizada como alimento de elevada qualidade nutricional (Zeola, 2002; Pinheiro et al., 2009).

A busca por alimentos mais saudáveis e a maior exigência em relação à qualidade dos produtos direcionaram parte do nicho de mercado a consumir carnes de melhor qualidade nutricional e sensorial (Costa et al., 2008). A carne caprina possui características como reduzido teor de gordura, pela menor incorporação dos caprinos em gordura subcutânea e intramuscular e maior deposição de gordura na cavidade abdominal (Colomer-Rocher et al. 1992; Webb et al. 2005), o que lhe confere o conceito de carne magra e a torna uma opção para o exigente público consumidor (Madruga, 2004).

Na comparação entre carnes vermelhas, a carne caprina apresenta teores semelhantes em proteína e ferro, menor proporção de gordura saturada 0,79; 6,80 e 7,30% para carnes caprinas, bovinas e ovinas respectivamente (Malan, 2000), além de possuir menores teores de colesterol 31,85 mg/100 g (Grande et al., 2011), que bovinos 53,12 mg/100 g (Arboitte et al., 2004), e ovinos 51,51 mg/100 g (Madruga et al., 2005). A proteína da carne caprina é similar à da carne bovina e esta possui os aminoácidos essenciais (Lawrie, 2005). Porém, apesar das suas características nutricionais, a carne caprina ainda enfrenta resistência ao seu consumo, fato constatado pelo seu baixo consumo “per capita”, cerca de 0,105 kg/habitante/ano no Brasil (FAOSTAT, 2014).

Dados abordados relatam que ainda existe um grande potencial de consumo para ser atingido.

Ao realizar um estudo voltado ao consumo da carne caprina por meio da aplicação de questionários semiestruturados, na região de Maringá-PR, Mazziero (2014) observou que dos 70 consumidores entrevistados, apenas 31 já haviam consumido carne caprina, sendo que destes, 77,4% são do sexo masculino. Ainda neste mesmo estudo, o autor também observou que a grande maioria dos consumidores de carne caprina encontra-se em faixas etárias mais avançadas, o que demonstra existir grande desconhecimento da população mais jovem quanto à qualidade nutricional da carne caprina.

Oxidação lipídica

A pigmentação e a oxidação lipídica são as principais causas da deterioração de carnes e produtos cárneos, pois afeta traços sensoriais essenciais do produto, causando sabor, cor e texturas desfavoráveis (Estevez et al., 2005). As membranas das células musculares são compostas por ácidos graxos poli-insaturados, que são particularmente mais susceptíveis à peroxidação durante o armazenamento a baixas temperaturas (Kanner, 1994).

Segundo Faustman et al. (2010), os substratos necessários para que seja iniciada a reação de oxidação lipídica incluem ácidos graxos insaturados, oxigênio e catalisadores químicos que aceleram a oxidação como o ferro, os quais são abundantes em carnes embaladas em condições aeróbicas. Músculos com maior proporção de fibras vermelhas, como a carne de ruminantes, são mais susceptíveis pela maior quantidade de ferro em relação aos músculos de fibra branca (Wood et al., 2004).

Os esforços realizados na nutrição animal, em buscar melhorias na qualidade nutricional da carne, como a incorporação de ácidos graxos poli-insaturados como o ômega-3, faz com que o produto final obtido seja mais susceptível a rápidas oxidações lipídicas, reação indesejável no alimento especialmente por alterar sensorialmente o sabor, elevando o “ranço” característico de produtos oxidados.

O processo de oxidação lipídica aumenta a descoloração da carne, por modificações na molécula de mioglobina (Zarkys et al., 2008). Do ponto de vista mecânico, a oxidação da oximioglobina a metamioglobina, provocada pela presença de

oxigênio, gera intermediários reativos capazes de aumentar a continuação da oxidação da oximioglobina e/ou dos ácidos graxos, especificamente, ocorrendo a formação do ânion superóxido que catalisa em peróxido de hidrogênio, o qual pode reagir com a metamioglobina formada, aumentando ainda mais os processos de oxidação lipídica (Faustman et al. 2010).

Os radicais livres atraem átomos de hidrogênio dos ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) para junto de seus elétrons, neutralizando-os, mas deixando os AGPIs, com deficiência do átomo de hidrogênio. O AGPI ao qual foi retirado o átomo de hidrogênio se junta com o oxigênio molecular para formar o radical peroxil que retira uma unidade de hidrogênio de outro AGPI. Esta reação pode prosseguir numa cadeia, resultando na destruição de milhares de moléculas de AGPI, ocorrendo desta forma a oxidação lipídica.

Vitamina E

A vitamina E foi descoberta em 1922 por Evans e Bishop (University of California, Berkeley) como um fator não identificado em óleo vegetal, necessária para a reprodução em ratas. No início, esta substância era conhecida como fator X, mas Sure (1924) e Evans (1925) logo propuseram o nome de vitamina E, uma vez que esta era a próxima designação alfabética.

A vitamina E, isolada como alfa-tocoferol, teve sua estrutura determinada por E. Fernholz em 1938, quando então P. Karrer sintetizou a primeira substância sintética do alfa-tocoferol.

A vitamina E é fundamental no metabolismo basal de todas as células (Combs, 2008). Os animais necessitam de vitaminas para a síntese de muitas coenzimas, que são indispensáveis para a ação de enzimas e catalisam reações de transferência ou de remoção de grupos químicos para determinado substrato, fato que repercute no rendimento metabólico do organismo como um todo.

Reconhecida como um nutriente essencial para todas as espécies de animais, incluindo humanos, a vitamina E é sintetizada apenas por plantas e, portanto, encontra-se principalmente em produtos de plantas, entre elas os óleos vegetais. O α -tocoferol está contido principalmente nos cloroplastos das células vegetais. Desta forma, as

plantas verdes tendem a conter mais vitamina E, do que plantas amarelas (Combs, 2008).

Os tecidos animais, em geral, contêm quantidades baixas de α -tocoferol, os níveis mais elevados são encontrados no tecido adiposo. No entanto, os níveis de deposição nos tecidos de vitamina E variam de acordo com o consumo alimentar da vitamina. Kasapidou et al. (2012) observaram aumento na concentração de α -tocoferol no músculo, com valores de 0,73; 1,11; 1,52; 2,55 e 3,73 μg de α -tocoferol/kg de carne, respectivamente, ao avaliar os níveis de concentração de α -tocoferol no músculo *Semimembranosus* de cordeiros $\frac{1}{2}$ Suffolk-Charollais alimentados com dietas à base de concentrado e inclusões de 30; 60; 120; 250 ou 500 mg de vitamina E na dieta,.

Estrutura química e propriedades

A vitamina E ativa nos alimentos deriva de uma série de compostos de origem vegetal, os tocoferóis e tocotrienóis (Figura 1). Vitamina E é um nome coletivo que engloba oito diferentes formas encontradas na natureza: quatro tocoferóis (α , β , γ e δ) e quatro tocotrienóis (α , β , γ e δ). Todos possuem um anel 6-cromanol e uma cadeia lateral. A diferença entre α , β , γ e δ , é pela colocação do grupo metil no anel. Enquanto a diferença entre os tocoferóis e tocotrienóis ocorre pela insaturação presente na cadeia lateral dos tocotrienóis (Luque-Garcia e Castro, 2001; Chatzimichalakis et al., 2004).

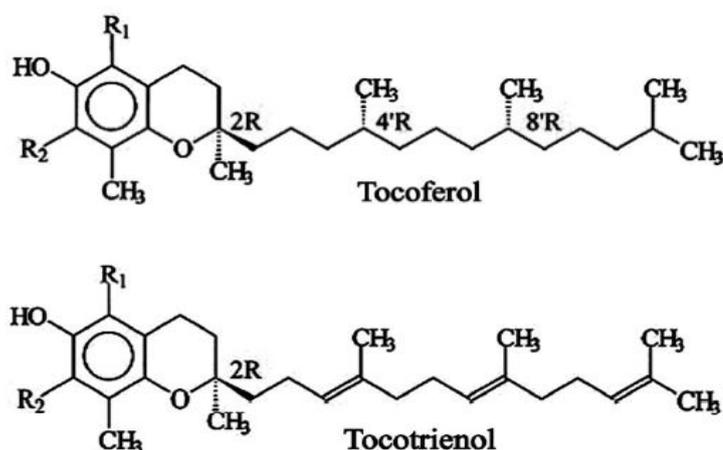


Figura 1. Fórmula estrutural do tocoferol e tocotrienol (vitamina E).

Os tocoferóis são compostos biologicamente ativos que se diferenciam somente no número e nas posições de radicais metila ($-\text{CH}_3$) da sua molécula, embora mínimas

estas mudanças estruturais influenciam na atividade biológica destas moléculas (Damodaran et al., 2007). Os tocoferóis são eficientes receptores do oxigênio, sendo o α -tocoferol o mais reativo dentre os quatro tipos de tocoferóis, combinando processos físico e químico (Araújo, 2006). Sua reatividade frente ao oxigênio está relacionada com a atividade da vitamina E, na alfa 100% reativa enquanto as formas: beta, gama e delta são 50; 26 e 10% reativas, respectivamente. A atividade biológica dos tocoferóis está relacionada com a habilidade de inibir a oxidação de ácidos graxos instaurados, interrompendo a reação em cadeia da membrana (Araújo, 2006).

A forma comercial mais amplamente disponível para suplementação de α -tocoferol é a dl- α -tocoferol acetato (também denominado de all-rac- α -tocoferol), é aceito como padrão internacional (1 mg = 1 UI). O acetato de dl-alfa-tocoferol é feito por meio da extração de tocoferol de óleos vegetais. Os tocoferóis extraídos passam por destilação para a obtenção da forma alfa, e são então acetilados para a produção do éster acetato.

O éster acetato é estável à oxidação e não possui atividade antioxidante *in vitro*. No entanto, é rapidamente hidrolisado no intestino a tocoferol não esterificado ou livre, o qual é um potente antioxidante *in vivo*. Assim, a forma acetato comercial disponível garante a estabilidade da vitamina durante sua manipulação, preparo de rações e armazenamento (McDowell, 2000).

Função antioxidante

A vitamina E possui um número de diferentes funções, que se relacionam entre si. Uma das mais importantes funções é a sua atuação como potencial antioxidante intercelular. A vitamina E é parte da defesa do organismo intracelular contra os efeitos adversos do oxigênio reativo e radicais livres que iniciam a oxidação de fosfolipídios insaturados (Liu et al., 1995; López-Bote et al., 2001).

A vitamina E atua como um agente de extinção de radicais livres com moléculas de elétrons altamente reativos em sua camada externa, atuando como um antioxidante que quebra a cadeia oxidativa, neutralizando os radicais livres e prevenindo a oxidação de lipídios na membrana plasmática. É a oxidação da vitamina E, que impede a oxidação de outros materiais lipídicos pelos radicais livres e peróxidos, protegendo assim os ácidos graxos poli-insaturados em nível de membrana.

Antioxidantes exógenos podem ser usados para prolongar a vida de prateleira e assegurar a qualidade dos produtos. A oxidação de lipídios pode ser controlada ou reduzida pelo uso de antioxidantes (Faustman et al., 2010; Ripoll et al., 2011). A adição de antioxidantes à carne e produtos cárneos processados é muitas vezes realizada para combater os efeitos negativos da oxidação lipídica e processamentos. No entanto, a apreensão em relação ao efeito toxicológico/carcinogênico dos antioxidantes sintéticos (Juntachote et al., 2006), torna vantajosa a utilização de antioxidantes naturais, como a vitamina E em dieta de animais, a fim de avaliar o potencial da adição destes sobre o tecido muscular após o abate e/ou processamento da carne (Karami et al., 2011; Kasapidou et al., 2012; Gadekar et al., 2014).

Karami et al. (2011), avaliando a oxidação lipídica da carne de cabritos Kacang suplementados com dietas contendo 400 mg de vitamina E/kg MS, armazenadas durante 14 dias, observaram redução na oxidação lipídica na carne, com valores entre 1,0 e 1,2 mg de malonaldeídos (MDA)/kg de carne, enquanto a dieta controle (sem adição de vitamina E) apresentou valores próximos a 1,6 mg MDA/kg de carne.

Crescimento animal e estudo alométrico

O crescimento é um fenômeno biológico complexo, o qual, embora bastante estudado, ainda não está completamente elucidado. A ação dos hormônios e fatores externos, principalmente a nutrição, permite que os indivíduos manifestem, em magnitude variável, a sua herança genética de crescimento (Alves, 2003).

O crescimento do animal após o nascimento pode ser ajustado no meio de uma curva sigmoide, ou seja, o crescimento pós-natal é rápido até a puberdade, ocorrendo uma desaceleração até os estágios mais avançados da idade, quando a taxa de crescimento é reduzida (Ryan, 1990, Owens et al., 1993). Durante o crescimento, os animais não aumentam apenas o peso e o tamanho, mas também sofrem alterações nas proporções com que os tecidos são depositados.

Os tecidos crescem e se desenvolvem em determinadas ondas de crescimento; cada tecido pode apresentar desenvolvimento precoce, médio ou tardio em relação ao todo, e o suprimento de nutrientes da dieta deve ser coordenado com esta progressão a fim de manter a melhor taxa de crescimento (Owens et al., 1993).

O crescimento pode ser definido pelo aumento de massa tecidual, incluindo a deposição de gordura, embora a massa muscular seja o interesse primário na produção de carne. O aumento da massa tecidual ocorre por multiplicação celular (hiperplasia), por aumento celular hipertrofia (Owens et al., 1993), e segundo Lawrence e Fowler (1997), o crescimento dos diferentes tecidos ocorre de forma coordenada, iniciando pelo tecido nervoso seguido do ósseo, muscular e adiposo, e conforme o avanço da idade do animal as carcaças apresentam maior proporção de gordura e músculo obtidos pelo decréscimo na proporção de ossos.

De acordo com Owens et al. (1993), o tamanho máximo que um animal pode alcançar é determinado geneticamente. Entretanto, fatores nutricionais, fisiológicos e ambientais devem ser considerados durante o crescimento provindos de influências de fatores como raça, sexo, manejo alimentar e idade.

A nutrição é o primeiro fator determinante para todos os aspectos de produção (Casey e Webb, 2010). Por meio da nutrição pode-se manipular o crescimento dos tecidos que compõe a carcaça, principalmente as proporções de gordura. Assim, os fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento dos animais devem ser observados na elaboração dos planos nutricionais (Hadlich, 2007).

O desenvolvimento corporal pode ser descrito pelo coeficiente de alometria, que permite estabelecer o tipo de carcaça ideal, definida com a máxima quantidade de tecido muscular, mínima de tecido ósseo e adequada deposição de gordura exigida pelo mercado que será destinada (Santos et al., 2001b).

De acordo com Prud'hon (1976), se todos os tecidos e órgãos se desenvolvessem à mesma velocidade relativa que o conjunto do corpo, e se cada quilograma de ganho de peso tivesse a mesma composição, o conhecimento do ganho médio diário seria suficiente para se caracterizar o crescimento e definir a qualidade da carcaça. No entanto, o crescimento dos tecidos, dos órgãos e das unidades anatômicas não ocorre na mesma velocidade. Dessa maneira, o crescimento das partes constituintes dos animais pelo seu desenvolvimento pode ser quantificado utilizando-se equações para determinação do crescimento alométrico, sendo a equação de Huxley a mais utilizada (1932).

A equação para determinação do crescimento alométrico proposta por Huxley (1932) consiste na avaliação do desenvolvimento de uma parte (corte, órgão ou tecido de um corte) em relação ao todo (peso da carcaça, peso do corte avaliado etc.), sendo descrita da seguinte maneira: $Y = \alpha X^\beta$, em que Y: parâmetro cujo desenvolvimento é

investigado; X: tamanho do todo que serve de referência; “ α ”: coeficiente fracional que representa o valor de Y quando X é igual a 1 (α =intercepto), não tendo significado biológico; e “ β ”: coeficiente alométrico, que é utilizado para medir o desenvolvimento de um órgão, tecido ou parte, em relação ao todo. Quando o valor de $\beta=1$, o crescimento é denominado isogônico, indicando que as taxas de crescimento de X e Y são semelhantes no intervalo considerado. Quando $\beta \neq 1$, o crescimento é considerado heterogônico, sendo precoce se $b < 1$ e tardio se $b > 1$.

De acordo com Garcia et al. (2009), a equação alométrica de Huxley (1932) permite a mensuração adequada de desenvolvimento de tecidos da carcaça e a determinação do padrão de desenvolvimento de características de importância econômica.

Segundo Berg e Butterfield (1976), o estudo alométrico proporciona descrição quantitativa da relação entre uma parte e o todo e, apesar de não registrar detalhes, é importante por agregar todas as informações em um só valor.

Referências bibliográficas

ALVES, D. D. Crescimento compensatório em bovinos de corte. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinária**, v.98, n.546, p.61-67, 2003.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos teoria e prática**. 3º Ed., Viçosa – MG: Editora UFV, 2006.

ARBOITTE, M.Z.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; PACHECO, P.S.; MENEZES, L.F.G.; PEROTTONI, J. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos 5/8 Nelore – 3/8 charolês terminados em confinamento e abatidos em diferentes estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.4, p.959-968. 2004.

BRASIL, 2004. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. MAPA. **Instrução normativa n.9, de 4 de maio de 2004**. Sistema brasileiro de classificação de carcaças de bovinos. 2004.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University, 1976. 240p.

CASEY, N. H.; WEBB, E. C. Managing goat production for meat quality. **Small Ruminant Research**, v.89, p.218–224, 2010.

CHATZIMICHALAKIS, P.F.; SAMANIDOU, V.F.; PAPADOYANNIS, I.N. Development of a validated liquid chromatography method for the simultaneous determination of eight fat-soluble vitamins in biological fluids after solid-phase extraction. **Journal of Chromatography B**, v. 805, p. 289, 2004.

COLOMER-ROCHER, F.; KIRTON, A.H.; MERCES, G.J.K.; DUGANZICH, D.M. Carcass composition of New Zealand Saanen goats slaughtered at different weights. **Small Ruminant Research**, v.7, p.161–173, 1992.

COMBS, G.F. **The vitamins: fundamental aspects in nutrition and health**. 3ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 2008, p.583.

COSTA, R.G.; CARTAXO, F.Q.; SANTOS, N.M.; QUEIROGA, R.C.R.E. Carne caprina e ovina: composição lipídica e características sensoriais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p.497-506, 2008.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Fennemas's Food Chemistry**. New York-USA: CRC Press, 2007. p.1160.

ESTEVEZ, M.; VENTANAS, S.; CAVA, R. Protein oxidation in frankfurters with increasing levels of added rosemary essential oil: effect on color and texture deterioration. **Journal of Food Science**, v.70, n.7, p.C427–C432, 2005.

FAUSTMAN, C.; SUN, Q.; MANCINI, R.; SUMAN, S.P. Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. **Meat Science**, v.86, p.86–94, 2010.

FREITAS, H.S.; ALCALDE, C.R.; LIMA, L.S.; MACEDO, F.A.F.; MACEDO, V.P.; MOLINA, B.S.L. Quantitative characteristics of carcass and meat quality of $\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ Saanen and Saanen goat kids fed diets with dry yeast. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.630-638, 2011.

GADEKAR, Y.P.; SHARMA, B.D.; SHINDE, A.K.; VERMA, A.K.; MENDIRATTA, S.K. Effect of natural antioxidants on the quality of cured, restructured goat meat product during refrigerated storage ($4 \pm 1^\circ\text{C}$). **Small Ruminant Research**, v.119, p.72–80, 2014.

GARCIA, I.F.F.; PEREZ, J.R.O.; PEREIRA, I.G.; COSTA, T.I.R.; MARTINS, M.O. Estudo alométrico dos tecidos da carcaça de cordeiros Santa Inês puros ou mestiços com Texel, Ile de France e Bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.539-546, 2009.

GRANDE, P.A.; ALCALDE, C.R.; LIMA, L.S.; AYER, I.M.; MACEDO, F.A.F.; MATSUSHITA, M. Características quantitativas da carcaça e qualitativas do músculo *Longissimus dorsi* de cabritos $\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ Saanen confinados recebendo rações contendo grãos de oleaginosas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1104-1113, 2009.

GRANDE, P.A.; ALCALDE, C.R.; LIMA, L.S; MACEDO, V.P.; MACEDO, F.A.F.; MATSUSHITA, M.. Avaliação da carcaça de cabritos Saanen alimentados com dietas com grãos de oleaginosa. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.63, n.3, p.721-728.2011.

HADLICH, J. C. **Características do crescimento animal, do tecido muscular esquelético e da maciez da carne de bovinos Nelore e mestiços no modelo biológico superprecoce**. 2007. 90 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

HASHIMOTO, J.H.; ALCALDE, C.R.; SILVA, K.T. et al. Características de carcaça e da carne de caprinos Boer x Saanen confinados recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.165-173, 2007.

HUXLEY, J.S. **Problems of relative growth**. Londres: Methuen, Cambridge University, 1932. 276p.

JUNTACHOTE, T.; BERGHOFER, E.; SIEBENHANDL, S.; BAUER, F. The oxidative properties of Holy basil and Galangal in cooked ground pork. **Meat Science**. v.72, p.446–456, 2006.

KANNER, J. Oxidative processes in meat and meat products: Quality implications. **Meat Science**, v.36, p.169–189, 1994.

KARAMI, M.; ALIMON, A.R.; SAZILI, A.Q.; GOH, Y.M.; IVAN, M. Effects of dietary antioxidants on the quality, fatty acid profile, and lipid oxidation of *Longissimus* muscle in Kacang goat with aging time. **Meat Science**, v.88, p.102-108, 2011.

KASAPIDOU, E.; WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I.; SINCLAIR, L.A.; WILKINSON, R.G. ; ENSER, M. Effect of vitamin E supplementation and diet on fatty acid composition and on meat colour and lipid oxidation of lamb leg steaks displayed in modified atmosphere packs. **Meat Science**, v.90, p.908-916, 2012.

LAWRENCE, T.L.J.; FOLWER, V.R. **Growth of farm animals**. Cambridge: CAB: International, 1997. 330p.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6.ed. São Paulo: Artmed. 2005. 38p.

LIU, Q.; LANARI, M.C.; SCHAEFER, D.M. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3131–3140, 1995.

LÓPEZ-BOTE, C.J.; DAZA, A.; SOARES, M.; BERGES, E. Dose response effect of dietary vitamin E concentration on meat quality characteristics in light-weight lambs. **Animal Science**, v.73, p.451–457, 2001.

LUCAS, R.C. **Efeito do genótipo sobre as características quantitativas e qualitativas da carcaça de caprinos terminados em pastagem nativa.** 2007. 65f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2007.

LUQUE-GARCIA, J.L.; CASTRO, M.D.L. Extraction of fat-soluble vitamins. **Journal of Chromatography A**, v.935, p.3-7, 2001.

MADRUGA, M.S. Carne caprina: verdades e mitos à luz da ciência – Artigo técnico. **Revista Nacional da Carne**. V.23, n.264, p.34-40, 1999.

MADRUGA, M.S. Qualidade química, sensorial e aromática da carne caprina: verdades e mitos. In: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPECIE CAPRINA, 8., 2004, Botucatu. **Anais...** São Paulo: Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, p.215-234, 2004.

MADRUGA, M.S.; SOUZA, W.H.; ROSALES, M.D. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.1, p.309-315, 2005.

MALAN, S.W. The improved Boer goat. **Small Ruminant Research**, v.36, p.165-170, 2000.

MAZZIERO, J.G. **Caracterização dos consumidores de produtos de origem caprina e estratégias para aumentar o consumo na região de Maringá – Paraná.** 2014. 26f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.

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

McMANUS, C.; SOARES FILHO, G.; LOUVANDINI, H.; DIAS, L.T.; TEIXEIRA, R.A.; MURATA, L.S. Growth of Saanen, Alpine and Toggenburg goats in the Federal District, Brazil: genetic and environmental factors. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.1, p.68-75, 2008.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, n.11, p.3138-3150, 1993.

PINHEIRO, R.S.B; SILVA SOBRINHO, A.G; SOUZA, H.B.A; YAMAMOTO, S.M. Qualidade de carnes provenientes de cortes da carcaça de cordeiros e de ovinos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, São Paulo, v.38, n.9, p.1790-1796, 2009.

POSSAMAI, A.P.S.; ALCALDE, C.R.; SOUZA, R.; GOMES, L.C.; MACEDO, F.A.F.; MARTINS, E.N. Intake, performance, and efficiency of nutrient utilization in Saanen goat kids fed diets containing calcium salts of fatty acids. **Tropical Animal Health and Production**, v.47, p.259-263, 2015.

PRUD'HON, M. **La croissance globale de l'agneau: ses caracteristiques et ses lois.** *Croissance, engraissement et qualité des carcasses d'agneaux et chevreaux*, INRA-ITOVIC, 6-26, 1976.

RIPOLL, G.; JOY, M.; MUÑOZ, F. Use of dietary vitamin E and selenium (Se) to increase the shelf life of modified atmosphere packaged light lamb meat. **Meat Science**, v.87, p.88-93. 2011.

RYAN, W.J. **Compensatory growth in cattle and sheep.** In: Nutrition Abstracts and Reviews (Series B), v.50, p.653-664, 1990.

SANTOS, C.L.; PÉREZ, J.R.O.; MUNIZ, J.A.; GERASEEV, L.C.; SIQUEIRA, E.R. Desenvolvimento relativo dos tecidos ósseo, muscular e adiposo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.487-492, 2001a.

SANTOS, C.L.; PÉREZ, J.R.O.; SIQUEIRA, E.R.; MUNIZ, J.A.; BONAGÚRIO, S. Crescimento alométrico dos tecidos ósseo, muscular e adiposo na carcaça de cordeiros Santa Inês e Bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.493-498, 2001b.

SANTOS, S.M.A., ALCALDE, C.R., POSSAMAI, A.P.S., MOLINA, B.S.L., HYGINO, B., SOUZA, L.C., GOMES, L.C. E FERRARI, I.R. Digestibility and performance in crossbred ½ Boer x ½ Saanen goat kids fed diets containing protected fat. *Semina: Ciências Agrárias*, v.36, p.3315-3328, 2015.

SILVA, H.W.; GUIMARÃES, C.R.B.; OLIVEIRA, T.S. Aspectos da exploração da caprinocultura leiteira no brasil. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.2, n.2., p.121-125, 2012.

ZAKRYS, P.I.; HOGAN, S.A.; O'SULLIVAN, M.G.; ALLEN, P.; KERRY, J.P. Effects of oxygen concentration on the sensory evaluation and quality indicators of beef muscle packed under modified atmosphere. **Meat Science**, v.79, p.648-655, 2008.

ZEOLA, N. M. B. L. Conceitos e parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da carne ovina. **Revista Nacional da Carne**. São Paulo, v.304. n.25, p.36-56, 2002.

WEBB, E.C., CASEY, N.; SIMELA, L. Goat meat quality. **Small Ruminant Research**, 60, 153-166. 2005.

WOOD, J.; NUTE, G.; RICHARDSON, R.; WHITTINGTON, F.; SOUTHWOOD, O.; PLASTOW, G.; MANSBRIDGE, R.; COSTA, N.; CHANG, K.C. Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. **Meat Science**, v.67, n.4, p.651-667. 2004.

II – OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo dos animais, as características quantitativas da carcaça, a vida de prateleira e composição físico-químicas do músculo *Longissimus dorsi*, e o crescimento alométrico dos cortes e tecidos histológicos de cabritos ½ Boer-Saanen que receberam dietas contendo vitamina E.

III – Desempenho e características de carcaça de cabritos ½ Boer-Saanen suplementados com vitamina E na dieta¹

¹Elaborado segundo normas da revista Tropical Animal Health and Production

Resumo - O objetivo neste trabalho foi avaliar o desempenho e as características da carcaça de cabritos ½ Boer-Saanen, recebendo rações com vitamina E. Foram utilizados 30 cabritos, confinados com idade de $122,1 \pm 3,6$ dias e peso corporal inicial de $21,8 \pm 3,0$ kg, distribuídos em delineamento fatorial 3x2 inteiramente casualizado (tratamento x sexo), com cinco machos e cinco fêmeas em cada tratamento, sendo o controle sem inclusão de vitamina E, e os demais contendo baixo nível de vitamina E de 50 mg dl- α -tocoferol acetato/kg de MS, e alto nível de vitamina E de 450 mg de dl- α -tocoferol acetato/kg MS. As dietas foram fornecidas na proporção de 3,5% do peso corporal dos animais, ajustadas para ganho de peso de 0,15 kg por dia. O desempenho animal, as características quantitativas da carcaça, os rendimentos dos cortes e as medidas do músculo *Longissimus dorsi* não foram influenciados pelos níveis de inclusão de vitamina E na dieta. Mas, com relação ao efeito do sexo no desempenho produtivo dos animais, observou-se maior peso final e ingestão de matéria seca nos machos. Os machos também demonstraram melhores valores para as medidas absolutas em kg nas características quantitativas da carcaça, bem como maior índice de compacidade da carcaça e melhores rendimentos dos cortes comerciais, com exceção do corte lombo, quando comparadas às fêmeas. As porcentagens de tecidos no lombo foram influenciadas pelo sexo, sendo a proporção de músculo maior nos machos e a proporção de gordura maior nas fêmeas. A inclusão da vitamina E na dieta de cabritos ½ Boer-Saanen não altera o desempenho e as características da carcaça dos animais, no entanto quando se considera o efeito do sexo nas avaliações realizadas, observou-se melhor desempenho e rendimentos nos machos quando comparados às fêmeas.

Palavras-chave: Alfa tocoferol, cortes comerciais, musculabilidade, rendimentos

Introdução

O rebanho caprino no Brasil é estimado em 8,7 milhões de cabeça segundo estimativas da FAO (2014) e a caprinocultura nas regiões Sul e Sudeste caracteriza-se principalmente pela produção leiteira, sendo a raça Saanen a principal raça produtora de leite utilizada. Em decorrência da elevada prolificidade da espécie caprina, o número de

cabritos nascidos em um rebanho leiteiro ao longo do ano representa possibilidade de geração de renda para o produtor por meio da comercialização da carne. Raças caprinas leiteiras, como a Saanen, geralmente apresentam menor cobertura muscular e características de carcaça inferiores quando comparadas às raças produtoras de carne (Yáñez et al., 2006). Dessa forma, o cruzamento de raças de produção leiteira com raças especializadas na produção de carne, como a Boer, permite obter animais com maior velocidade de crescimento e melhor conformação e composição da carcaça (Hashimoto et al., 2007; Santos et al., 2015).

A produção de carne é avaliada pelas características quantitativas da carcaça determinadas pelo rendimento, pela composição regional, pela composição tecidual e pela musculabilidade (MacFarlane et al., 2009). Além destas características, o ganho de peso e o rendimento de carcaça são parâmetros importantes na avaliação do desempenho produtivo dos animais.

A composição regional da carcaça pode ser definida como os rendimentos apresentados pelos cortes nas distintas regiões anatômicas da carcaça. A padronização dos cortes comercializados é definida pelo mercado consumidor, que determina pesos mínimos e máximos de acordo com os costumes regionais. O tipo de corte a ser comercializado varia de acordo com a região geográfica e está associado aos hábitos alimentares da população (Oliveira et al., 2002).

Os músculos de maturidade tardia são indicados para representar o índice mais confiável do desenvolvimento e tamanho do tecido muscular; assim a musculabilidade da carcaça pode ser mensurada por meio da medida da área do músculo *Longissimus dorsi*, pois, além do amadurecimento tardio, é de fácil mensuração (Hashimoto et al., 2012). Outro método para estimar a quantidade e distribuição das massas musculares na carcaça é o índice de musculabilidade da perna, que é descrito como a profundidade média de um grupo de músculos que circundam o fêmur em relação ao comprimento desse osso (Purchas et al., 1991). Este índice pode representar a proporção músculo:osso, sendo maior quando houver grande quantidade de carne na carcaça.

A vitamina E é reconhecida como um nutriente essencial para os animais, embora sua função mais importante seja na atuação antioxidante intercelular; tem sido demonstrado também ser importante para a integridade do desenvolvimento muscular, evitando distrofia muscular nutricional, a doença do músculo branco, em ruminantes jovens (McDowell, 2000), que consiste na degeneração muscular. A vitamina E não é sintetizada pelo animal, sendo assim é necessário um suprimento dietético regular para

auxiliar não só na proteção contra a peroxidação lipídica (McCay e King, 1980), mas também no adequado desenvolvimento muscular (McDowell, 2000).

Neste trabalho, objetivou-se avaliar o desempenho produtivo, as características quantitativas da carcaça e o índice de musculosidade da perna de cabritos ½ Boer-Saanen machos e fêmeas, alimentados com vitamina E na dieta.

Material e métodos

O experimento foi realizado na Universidade Estadual de Maringá (UEM), conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi – Setor de Caprinocultura. Foram distribuídos 30 cabritos ½ Boer-Saanen, com idade de $122,1 \pm 3,6$ dias e peso corporal inicial de $21,8 \pm 3,0$ kg, em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2 (tratamento x sexo), com cinco machos e cinco fêmeas em cada tratamento, sendo o controle sem inclusão de vitamina E, e os demais contendo baixo nível de vitamina E de 50 mg dl- α -tocoferol acetato/kg de MS, e alto nível de vitamina E de 450 mg de dl- α -tocoferol acetato/kg MS. As dietas foram ajustadas de acordo com as recomendações do NRC (2007), para ganho diário de 0,15 kg de peso corporal para cabritos em fase de crescimento. As rações apresentavam proporção volumoso:concentrado de 30:70, e foram peletizadas para evitar seleção e desperdício.

A vitamina E foi adicionada à ração como dl- α -tocoferol acetato (ROVIMIX[®] E-50 Adsorbate). Os ingredientes e a composição química (g/kg) das dietas experimentais são mostrados na Tabela 1.

A alimentação aos animais foi oferecida pela manhã (8h), na proporção de 3,5% de matéria seca em proporção ao peso corporal, de maneira que proporcionasse sobras de 10%. Diariamente, antes do fornecimento da dieta, as sobras foram pesadas para controle da ingestão de matéria seca (IMS). Os animais foram pesados no início do experimento e a cada 14 dias, para ajuste da dieta e para acompanhar o peso corporal até atingir peso final de 32 kg. Os cabritos foram confinados em instalação suspensa com piso ripado, em baias individuais equipadas com comedouros e bebedouros.

Amostras das rações foram coletadas para análise e processadas em moinho tipo faca, utilizando peneira com crivos de 1 mm. A matéria seca foi determinada de acordo com o método nº 934.01 da AOAC (1998). As cinzas foram determinadas pela incineração em forno mufla de acordo com o método nº 942.05 da AOAC (1998). O nitrogênio total (NT) foi mensurado usando a Tecnal TE-036/1 (Tecnal, Piracicaba, São Paulo, Brasil), seguindo método nº 988.05 da AOAC (1998), e a proteína bruta (PB) foi

estimada como $NT \times 6,25$. A determinação do extrato etéreo das rações foi conduzida com a Tecnal TE-044/1 (Tecnal, Piracicaba, São Paulo, Brasil), de acordo com método nº 920.39 da AOAC (1998). As avaliações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) seguiram metodologias descritas por Mertens (2002), usando α -amilase estável em calor, e expressos com as cinzas residuais. Os carboidratos totais (CT) foram obtidos por meio da equação de Sniffen et al. (1992), $CT = 1000 - (PB + EE + Cinzas)$, e os carboidratos não fibrosos (CNF) foram determinados pela diferença entre CT e FDN.

Tabela 1. Composição em grama/kg de matéria seca e químico-bromatológica das rações experimentais

Item	Dietas (mg dl- α -tocoferol acetato/kg de MS)		
	0	50	450
Feno de aveia	300,00	300,00	300,00
Milho moído	498,30	498,30	498,30
Farelo de soja	141,71	141,71	141,71
Sal comum	17,63	17,63	17,63
Cloreto de amônio	10,00	10,00	10,00
Suplemento mineral ¹	32,35	32,34	32,30
DL- α -tocoferol acetato	0,00	0,005	0,045
Matéria seca ²	894,84	890,54	892,12
Matéria orgânica	917,74	912,88	918,08
Proteína bruta	147,06	144,73	150,14
Extrato etéreo	10,52	14,98	13,39
Carboidratos totais	760,16	753,17	754,54
Carboidratos não fibrosos	207,22	194,12	221,26
Fibra em detergente neutro	552,94	559,04	533,27
Fibra em detergente ácido	133,97	142,22	151,97

¹Produto formulado sem inclusão de vitamina E, composição química (por kg do produto): cálcio 240 g; fósforo 71 g; flúor-710 mg (máx); magnésio 20 g; potássio 28,20 g; ferro 2.500 mg; cobre 400 mg; manganês 1.350 mg; zinco 1.700 mg; cobalto 30 mg; iodo 40 mg; selênio 15 mg; cromo 10 mg; vit. A 135.000 UI; vit. D3 68.000UI. ² (g/kg de matéria natural).

Os cabritos foram abatidos em abatedouro pertencente à Universidade Estadual de Maringá (Maringá, Brasil), sob inspeção sanitária municipal, de acordo com regulamento técnico de abate humanitário do Brasil Instrução Normativa N°3 de 2000 (Brasil 2000). Quando os animais atingiram peso corporal médio de 32 kg, foram submetidos a jejum de sólidos (16 h), e então pesados antes do abate para obter o peso ao abate (PA).

Os animais foram insensibilizados com uso de descarga elétrica de 220 volts por 8 segundos, seguido pela secção das veias jugulares e artérias carótidas, esfolia e retirada dos órgãos internos. Durante a evisceração, o trato gastrointestinal foi esvaziado para

obter o peso do corporal vazio (peso corporal ao abate menos o conteúdo do trato gastrointestinal), para determinar o rendimento verdadeiro da carcaça (RVC) ou rendimento biológico (Sañudo e Sierra, 1986), que é a razão entre o peso da carcaça quente (PCQ) e o peso corporal vazio (PCvz).

$$RVC = PCQ/PCvz$$

Após a evisceração, a carcaça foi obtida pela separação das patas na articulação carpo metacarpiana e tarso metatarsiano e a ablação da cabeça na articulação atlanto-occipital; em seguida, as carcaças foram pesadas (peso da carcaça quente, PCQ) e transferidas para câmara fria, permanecendo por 24 h com temperatura de 5°C, penduradas pelos tendões em ganchos mantendo as articulações tarso metatarsianos a uma distância de 17 cm.

Depois de 24 h em refrigeração, as carcaças foram pesadas, obtendo o peso da carcaça fria (PCF) para os cálculos de perda por resfriamento e rendimento comercial de carcaça ($RCC = PCF/PA * 100$), conforme descrito por Pereira Filho et al. (2005).

Para determinar os índices de compacidade, foram retiradas as seguintes medidas: *comprimento da perna*, distância entre o períneo e o bordo anterior das superfícies articulares tarso-metatarsianas; *comprimento interno da carcaça*, distância máxima entre o bordo anterior da sínfise ísquio-pubiana e o bordo anterior da primeira costela em seu ponto médio; *largura de garupa*, largura máxima entre os trocânteres de ambos os fêmures, delimitada com o auxílio de um compasso e medida com fita métrica. Por meio destas mensurações foram determinados os índices de compacidade da carcaça (ICC), que é a razão entre o peso da carcaça fria e o comprimento interno da carcaça, e os índices de compacidade da perna (ICP), razão entre a largura de garupa e o comprimento da perna.

Posteriormente, as carcaças foram divididas longitudinalmente, pesadas, e a metade esquerda seccionada em cinco regiões anatômicas (Figura 1) e pesadas individualmente para determinar as porcentagens dos cortes em relação à meia carcaça, sendo: *pescoço*, entre a quinta e sexta vértebra cervical; *paleta*, em que foi desarticulada a escápula liberando a peça da carcaça; *costilhar*, entre a primeira e 13ª vértebra torácica; *lombo*, entre a primeira e sexta vértebras lombares, e *perna*, entre a última vértebra lombar e a primeira vértebra sacra, segundo adaptações das metodologias de Colomer-Rocher et al. (1987) e Osório et al. (1998). Para a determinação das proporções de músculo, gordura e osso da carcaça, os cortes comerciais obtidos foram

dissecados, e os rendimentos dos tecidos calculados em relação ao peso da meia carcaça.

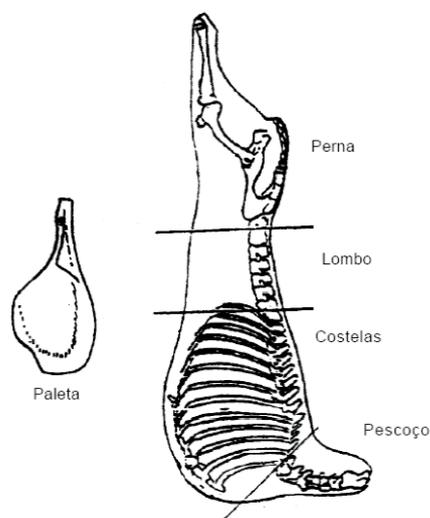


Figura 1. Divisões anatômicas da meia carcaça esquerda para obtenção dos cortes comerciais (Adaptado de Colomer-Rocher et al. 1987 e Osório et al. 1998).

A partir do corte denominado lombo, no músculo *Longissimus dorsi*, entre a última vértebra torácica e a primeira vértebra lombar, tomou-se a área transversal do músculo, por meio de delineamento com uso de caneta apropriada e papel transparência para posterior determinação da área de olho de lombo, com o uso do programa ImageJ[®] 1.46r. Na mesma secção, sob o corte lombo, foram retiradas quatro medidas utilizando-se paquímetro digital, sendo estas medidas: *Medida A* - largura máxima do músculo; *Medida B* - profundidade do músculo; *Medida C* - espessura de gordura subcutânea sobre o músculo, continuação do eixo B; e *Medida J* - espessura máxima de gordura subcutânea no perfil do lombo, continuação de A (Figura 2).

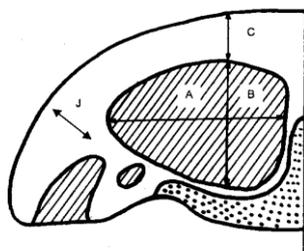


Figura 2. Medidas realizadas no músculo *Longissimus dorsi*: medida A (largura máxima do músculo), medida B (profundidade do músculo), medida C (espessura de gordura subcutânea sobre o músculo) e medida J (espessura máxima e gordura subcutânea no perfil do lombo). Fonte: Garcia et al. (2003).

Os lombos esquerdos foram identificados, embalados individualmente em embalagens de polietileno e armazenado em freezer, durante 30 dias, sendo posteriormente dissecados para determinação das proporções dos tecidos músculo, gordura e osso.

A perna foi dissecada e, então, determinados os seguintes grupos de tecidos: gordura total; músculos e ossos. O índice de musculosidade da perna (IMP) foi calculado pela fórmula descrita por Purchas et al. (1991):

$$IMP = [(P5M/CF)/CF]^{0.5}$$

em que: $P5M$ = peso (g) dos cinco músculos que recobrem o fêmur (bíceps femoral, semitendinoso, adutor, semimembranoso e quadríceps femoral); e CF = comprimento do fêmur (cm).

Para realização das análises estatísticas do desempenho e avaliações quantitativas da carcaça, os dados obtidos foram avaliados quanto a normalidade dos dados pelo teste *Shapiro wilk*, e aqueles que apresentavam normalidade foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey ($P \leq 0,05$), pelo software SAS - Statistical Analysis System, segundo o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + S_j + T_i * S_j + e_{ijk}$$

em que: Y_{ijk} = observação da variável estudada no animal k do sexo j , recebendo o tratamento i ; μ = constante geral; T_i = efeito do tratamento 0, 50 ou 450 mg de dl-alfa-tocoferol acetato/kg MS; S_j = efeito do sexo, macho ou fêmea; $T_i * S_j$ = efeito da interação do tratamento e do sexo; e_{ijk} = erro residual.

Resultados e discussão

A inclusão de vitamina E na dieta, fornecida durante 67 dias, não apresentou diferenças no desempenho dos cabritos suplementados com vitamina E. Considerando o sexo, foram verificadas diferenças significativas, no peso inicial, peso final e ingestão de matéria seca dos animais, em que os machos apresentaram resultados superiores aos das fêmeas (Tabela 2).

Kasapidou et al. (2012), trabalhando com inclusão de vitamina E na dieta de cordeiros Suffolk x Charollais com $24,8 \pm 1,57$ kg durante 63 dias, não observaram diferenças sobre o desempenho dos animais alimentadas com os diferentes níveis de vitamina E na dieta. No entanto, Wulf et al. (1995) relataram menor ganho de peso em cordeiros suplementados com 1.000 mg de vitamina E/dia, quando comparados com cordeiros alimentados com a mesma dieta mas suplementados com 500 mg/dia.

Tabela 2. Desempenho produtivo de cabritos ½ Boer-Saanen em função dos níveis de vitamina E na dieta e do sexo

Parâmetros	Níveis de dl- α -tocoferol acetato			Sexo		Erro Padrão
	0	50	450	Machos	Fêmeas	
Peso corporal inicial (kg)	21,49	21,81	21,98	23,51 _a	20,10 _b	0,537
Peso corporal final (kg)	31,45	32,59	32,49	34,62 _a	29,84 _b	0,737
Ganho de peso total (kg)	9,97	10,78	10,51	11,12	9,74	0,448
Ganho de peso diário (kg)	0,133	0,144	0,140	0,148	0,130	0,006
IMS (kg)	0,899	0,928	0,928	0,982 _a	0,858 _b	0,021
¹ IMS	33,98	34,09	34,14	34,32	33,80	0,314
² CA	6,52	6,07	5,91	6,18	6,17	0,241

IMS = Ingestão de matéria seca; IMS¹ = Ingestão de matéria seca g/kg peso corporal; ²CA = Conversão alimentar (kg alimento/kg ganho). Letras distintas na linha indicam diferenças significativas (p<0,05) pelo teste de Tukey.

Os valores obtidos para ganho de peso diário (GPD), ingestão de matéria seca (IMS) e conversão alimentar (CA) estão coerentes com o potencial de produção de cabritos mestiços ½ Boer-Saanen. O GPD foi similar ao reportado por Alcalde et al. (2011), para cabritos alimentados com sementes de oleaginosas (22,66 a 30,88 kg peso corporal) que apresentaram ganhos de 0,130 kg/dia. Quanto à ingestão, os resultados obtidos conferem com Lima et al. (2011), e Santos et al. (2015) que observaram ingestão de matéria seca de 0,821 e 0,850 kg MS/dia, respectivamente. E para os resultados obtidos para CA, foram próximos ao observado por Alcalde et al. (2011) de 6,58, em cabritos mestiços ½ Boer-Saanen.

A diferença observada com relação aos sexos, seguiram resultados semelhantes aos estabelecidos na literatura para o desempenho de cabritos machos e fêmeas (Oliveira et al., 2009), em que se observa superioridade no desempenho produtivo de machos, pela maior produção de testosterona inerentes ao desenvolvimento corporal distintos entre os sexos.

Menezes et al. (2012), avaliando cabritos ½ Boer-Alpino, ½ Anglonubino-Alpino, ¾ Boer-Alpino e Cruzamento Tricross (¼ Boer + ¼ Alpino + ½ Anglonubiano), observaram que os cabritos machos dos grupos raciais avaliados atingiam peso de abate de 25, 30 ou 35 kg mais precocemente do que as fêmeas. Também Medeiros et al. (2005) verificaram que os machos caprinos de diferentes grupos genéticos foram mais pesados que as fêmeas em 5,8%, ao nascer, 10,5% ao desmame e 12,0% ao abate.

Assim, como os resultados obtidos no desempenho animal, as características quantitativas da carcaça de cabritos ½ Boer-Saanen também não foram influenciadas

pela inclusão de vitamina E na dieta, mas apresentaram diferença entre os sexos (Tabela 3).

As medidas de PCV, PCQ e PCF estão relacionadas diretamente com o peso final dos animais, sendo a diferença observada entre os sexos para estes parâmetros, consequências do desenvolvimento corporal mais acentuado dos machos em relação às fêmeas, observados no desempenho produtivo dos animais.

Tabela 3. Características quantitativas da carcaça de cabritos ½ Boer-Saanen em função dos níveis de vitamina E na dieta e do sexo

Parâmetros	Níveis de dl- α -tocoferol acetato			Sexo		Erro-padrão
	0	50	450	Machos	Fêmeas	
Peso corporal final (kg)	31,45	32,59	32,49	34,62 _a	29,84 _b	0,737
PCV (kg)	25,87	26,97	26,24	28,83 _a	24,00 _b	0,687
PCQ (kg)	14,64	15,26	15,64	16,58 _a	13,84 _b	0,363
PCF (kg)	14,24	14,97	15,12	16,25 _a	13,37 _b	0,360
PPR (%)	2,10	1,97	3,33	2,95	1,91	0,307
RVC (%)	56,97	56,79	57,94	57,73	56,69	0,607
RCC (%)	45,42	45,94	45,43	46,36	44,87	0,484
ICC (kg/cm)	0,26	0,27	0,28	0,29 _a	0,25 _b	0,006
ICP	0,56	0,56	0,57	0,57	0,57	0,006
IMP	0,37	0,36	0,38	0,37	0,37	0,005

PCV = peso do corpo vazio; PCQ = peso da carcaça quente; PCF = peso da carcaça fria; PPR = perda por resfriamento; RVC = rendimento verdadeiro da carcaça; RCC = rendimento comercial de carcaça; ICC = índice de compactidade da carcaça; ICP = índice de compactidade da perna; IMP = índice de musculosidade da perna. Letras distintas na linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os valores para perda por resfriamento (PPR) das carcaças apresentaram média de 2,47%, resultado próximo dos preconizados por McMillin (2010), que considera como aceitável para PPR entre 3% e 5% em carcaças de cabritos. Os valores de PPR afetam diretamente o rendimento comercial da carcaça e estão relacionados com a quantidade de água presente nos músculos, que influencia na suculência apresentada pela carne, uma vez que após o cozimento da carne, a água presente no músculo, associada aos lipídios, se combina e constitui o suco da carne, liberado após a mastigação (Schönfeld et al., 1993).

Mitsumoto et al. (1995) e Mitsumoto et al. (1998) relataram que a vitamina E ao atuar como antioxidante na membrana celular estabiliza a integridade da célula e melhora a capacidade do músculo para reter os componentes sarcoplasmáticos. Estudos relatam que, no músculo, a oxidação dos fosfolipídios de membrana, começa imediatamente após o abate (Buckley et al. 1995) alterando a fluidez, levando a

interrupção das funções e da estrutura normal da membrana (Slater et al. 1987; Storey, 1996), resultando em menores PPR e maior retenção de peso na carcaça após o abate dos animais suplementados com vitamina E (Macit et al. 2003; Maiorano et al. 2007).

Os rendimentos verdadeiros e comerciais das carcaças (RVC e RCC) apresentaram valores médios de 57,2 e 45,6%, respectivamente. Os valores encontram-se próximos aos observados por Dhanda et al. (2003) de 51,7% para RVC, e de Hashimoto et al. (2007) que observaram 56,9 e 47,8% para RVC e RCC, respectivamente, em cabritos $\frac{1}{2}$ Boer-Saanen, abatidos com pesos semelhantes aos observados.

O rendimento de carcaça é um importante determinante do potencial de produção de carne. McMillin (2010) relata que os RCC de cabritos, nas diferentes raças variam entre 42 e 48%, sendo que carcaças com maiores quantidades de gordura interna e externa possuem maior RCC. Dessa maneira animais com maior grau de acabamento geralmente possuem maior RCC.

Para os índices da compacidade da carcaça (ICC), os machos apresentaram valor maior que as fêmeas, demonstrando maior quantidade de tecidos por cm de carcaça. Segundo Simela et al. (1999), o índice de compacidade da carcaça é uma medida indireta da conformação, obtida a partir da razão entre o peso da carcaça fria (kg) e o comprimento da carcaça (cm), e pode ser utilizada para avaliar a produção de músculo de animais com peso vivo semelhantes.

Os valores de ICC, observados entre os tratamentos e entre os sexos, apresentaram valores médios acima dos relatados na literatura, observados por Freitas et al. (2011) para cabritos cruzados $\frac{1}{2}$ Boer-Saanen, abatidos com peso de 30,49 kg, que obtiveram média de 0,22 kg/cm, evidenciando que as carcaças dos animais do presente experimento apresentaram valores satisfatórios com relação à compacidade da carcaça.

O índice de compacidade da perna (ICP), determinado a partir do cociente entre a largura da garupa e o comprimento da perna, apresentou média de 0,57, valor este, maior que os valores reportados na literatura para cabritos $\frac{1}{2}$ Boer-Saanen que varia entre 0,28 a 0,41 (Hashimoto et al., 2007; Grande et al., 2009 e Santos, 2013). Segundo Yáñez et al. (2006), os índices de compacidade são medidas importantes, pois modificam a percepção visual do consumidor sobre a carcaça, favorecendo o consumo de carne caprina quanto maiores forem os valores para o ICC e ICP, os quais demonstram maior proporção de músculo e gordura na carcaça do animal.

A composição tecidual da perna é um bom indicador da composição tecidual da carcaça (Lathan et al., 1964). Embora não tenha sofrido influência da dieta ou do sexo, o índice de musculabilidade da perna apresentou valor médio de 0,37, valor este coerente ao descrito por Cartaxo et al. (2014) de 0,40 em cabritos Boer x SRD (sem raça definida) confinados durante 56 dias recebendo dieta com proporção volumoso:concentrado de 35:65, demonstrando adequado desenvolvimento muscular dos animais e índice de musculabilidade satisfatório.

Não foram verificadas diferenças entre os tratamentos para os rendimentos (kg e %) dos cortes comerciais da carcaça. Os machos apresentaram maior peso dos cortes perna, paleta, costelas e pescoço do que as fêmeas. E para os rendimentos em porcentagens observou-se maior proporção do corte lombo para as fêmeas e maior proporção de pescoço para os machos em relação à meia carcaça (Tabela 4).

Tabela 4. Rendimentos de corte da carcaça de cabritos ½ Boer-Saanen em função dos níveis de vitamina E na dieta e do sexo

Parâmetros	Níveis de dl- α -tocoferol acetato			Sexo		Erro-padrão
	0	50	450	Machos	Fêmeas	
Peso em kg dos cortes da meia-carcaça esquerda						
Perna	2,42	2,30	2,13	2,50 _a	1,96 _b	0,054
Paleta	1,65	1,73	1,70	1,89 _a	1,50 _b	0,045
Lombo	0,90	0,95	0,91	0,95	0,89	0,027
Costilhar	2,17	2,27	2,31	2,44 _a	2,06 _b	0,063
Pescoço	0,51	0,53	0,53	0,65 _a	0,39 _b	0,028
Porcentagem dos cortes em relação à meia carcaça esquerda						
Perna	30,29	29,52	26,28	29,68	27,71	0,284
Paleta	22,01	22,24	21,68	22,45	21,52	0,245
Lombo	12,00	12,26	11,59	11,21 _b	12,69 _a	0,258
Costilhar	28,91	29,20	29,29	28,90	29,36	0,344
Pescoço	6,74	6,66	6,65	7,66 _a	5,70 _b	0,220

Letras distintas na linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Manso et al. (2009) descrevem que alterações em parâmetros como rendimento de cortes comerciais estão muitas vezes relacionadas com alterações nas taxas de crescimento, idade, genótipo, maturidade e sexo.

Os maiores pesos em valor absoluto observados nos cortes da carcaça dos machos, com exceção do corte lombo, se explicam pelo dimorfismo sexual que apresentam machos e fêmeas ao longo de seu desenvolvimento corporal, o que confirma a superioridade dos machos para a produção de carne quando comparados às fêmeas, em termos quantitativos.

A similaridade observada para os pesos do corte lombo entre machos e fêmeas pode ser explicada de acordo com os estudos de desenvolvimento alométrico presentes na literatura. De acordo com Furusho-Garcia et al. (2003) e Santos (1999), o lombo é um corte que se desenvolve mais intensamente após o animal iniciar a deposição de gordura, ou seja, após atingirem a puberdade e iniciarem a fase reprodutiva.

A participação dos cortes na carcaça permite sua avaliação qualitativa, além de apresentar a melhor proporção possível de cortes com maior participação dos tecidos comestíveis, principalmente os músculos. A secção da carcaça em peças individualizadas facilita a comercialização e agrega valor pela diferenciação dos cortes.

A perna caprina representa o maior rendimento da porção comestível da carcaça. É nesse corte que estão as maiores massas musculares, constituindo-se o corte cárneo mais nobre em pequenos ruminantes (Silva Sobrinho et al., 2002), portanto, deve apresentar altos rendimentos em porcentagem em relação à meia carcaça dos animais. O valor obtido para o rendimento da perna foi de 28,70%, valor próximo ao observado por Carvalho Jr. et al. (2009), em carcaças de cabritos $\frac{1}{2}$ Boer-SRD, de 30,22%, para rendimentos de perna.

O maior rendimento proporcional do corte lombo em relação à meia carcaça, observado para as fêmeas, pode ser atribuído ao desenvolvimento anatômico da região posterior em fêmeas. Segundo Siqueira, et al. (2001), as fêmeas possuem vantagem anatômica no desenvolvimento desta região, por características de crescimento das peças associadas ao parto.

A paleta e o costilhar são os cortes com valorização intermediária dentre os cortes caprinos por possuírem menor proporção de tecido muscular quando comparados à perna e ao lombo. Os rendimentos médios dos cortes paleta e costilhar foram de 21,98 e 29,13%, respectivamente, e juntos somam 51,11% dos cortes da carcaça. Em algumas regiões do Brasil, como a região Sudeste, o costilhar recebe valorização equivalente ou maior do que a perna e o lombo, pois é de onde se retira o carré de cabrito, porção utilizada para confecção de pratos *gourmet*, que possui alto valor comercial. Por ser o corte que possui a segunda maior proporção de rendimento na carcaça de cabritos, é de grande interesse comercial a valorização do corte costilhar.

Com relação ao desenvolvimento do pescoço, observaram-se maiores rendimentos em sua participação na carcaça dos animais machos. Segundo Yáñez et al. (2009), o maior desenvolvimento do pescoço em machos é uma característica sexual

secundária, sendo influenciada por fatores hormonais, resultando em pescoço mais musculoso em machos do que em fêmeas.

O pescoço, é o corte com menor valor agregado na comercialização dos cortes caprinos, pois possui pouca distribuição de massa muscular, portanto, preconiza-se que seu rendimento seja baixo.

Não foram observados efeitos das dietas nas medidas de área de olho de lombo (AOL), medida C, medida J, medida A e medida B, e também não foram observadas diferenças nas proporções dos tecidos neste corte. Com relação ao sexo sobre as medidas tomadas no lombo, observou-se efeito significativo para a medida J, e para as proporções dos tecidos músculo e gordura (Tabela 5).

Tabela 5. Medidas do lombo de cabritos ½ Boer-Saanen em função dos níveis de vitamina E na dieta e do sexo.

Parâmetros	Níveis de dl- α -tocoferol acetato			Sexo		Erro Padrão
	0	50	450	Machos	Fêmeas	
AOL (cm ²)	10,03	9,82	10,09	10,12	9,83	0,255
Medida A (mm)	45,39	45,30	47,92	44,23	45,17	0,637
Medida B (mm)	24,11	23,14	23,13	23,20	23,72	0,371
Medida C (mm)	1,29	1,30	1,67	1,65	1,19	0,118
Medida J (mm)	2,72	3,11	2,61	3,44 _a	2,19 _b	0,212
Proporção dos tecidos no lombo						
Músculo (%)	63,37	61,93	63,88	64,44 _a	61,68 _b	0,624
Gordura (%)	17,26	18,47	18,26	15,53 _b	20,46 _a	0,721
Ossos (%)	13,63	14,41	12,83	14,40	12,85	0,623

AOL = área de olho de lombo; medida C = espessura menor de gordura; medida J = espessura maior de gordura; medida A = comprimento maior do músculo *Longissimus dorsi*; medida B = comprimento menor do músculo *Longissimus dorsi*. Letras distintas na linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

A avaliação da área do músculo *Longissimus dorsi* ou AOL é considerada medida representativa da quantidade e distribuição, assim como da qualidade das massas musculares. Segundo Grande et al. (2011), as medidas A e B do músculo *Longissimus dorsi* servem para a avaliação da quantidade de músculo na carcaça. Por ser considerado um músculo de maturidade tardia, as medidas realizadas no músculo *Longissimus dorsi* podem ser extrapoladas para toda a carcaça, sendo uma avaliação prática para estimar a musculabilidade da carcaça.

As medidas tomadas no lombo dos cabritos estão dentro das relatadas em estudos prévios (Dhanda et al., 2003; Grande et al., 2009; Freitas et al., 2011; Santos, 2013) para cabritos com a mesma composição racial e abatidos com peso e idade próximos ao deste estudo, variando de 8,71 a 13,77 cm² para AOL, 41,95 a 55,25 mm

para medida A, 24,16 a 26,06 mm para medida B, 0,61 a 1,78 mm para medida C e 1,35 a 3,09 mm para medida J.

O maior valor observado para a medida J (espessura maior de gordura) nos machos pode estar relacionado com o peso de abate destes animais, o qual demonstrou que os machos foram abatidos com peso superior ao das fêmeas e pode ter contribuído para maior quantidade em termos absolutos de quantidade de gordura no lombo dos animais.

Para as proporções dos tecidos músculo, osso e gordura do lombo dos cabritos (Tabela 5), observou-se conformidade com estudos realizados por Hashimoto et al., (2007); Grande et al., (2009) e Freitas et al., (2011), variando de 58,74 a 72,86% para rendimento de músculo, 11,53 a 20,60% para rendimento de osso e, 15,61 a 20,55% para rendimento de gordura.

No entanto, quanto às proporções dos tecidos em relação ao sexo, observou-se maior proporção de tecido muscular para os cabritos machos e maior proporção de tecido adiposo para as fêmeas. O sexo é um fator que influencia decisivamente na proporção e locais de deposição dos tecidos (Yáñez et al., 2009). As fêmeas costumam apresentar maior deposição de gordura em relação aos machos (Jonhson et al., 1995; Gallo et al., 1997; Bonvillani et al., 2010), e segundo Abdullah e Musallam (2007), pelas características fisiológicas, animais machos não castrados possuem maior teor de músculo do que machos castrados e fêmeas.

Conclusão

A inclusão de vitamina E na dieta de cabritos $\frac{1}{2}$ Boer-Saanen em crescimento, não apresenta influência no desempenho produtivo, bem como nas características quantitativas da carcaça dos animais suplementados. No entanto, para o sexo, observou-se superioridade dos machos para o peso corporal final, maior peso dos cortes perna, paleta, costilhar e pescoço, e melhor índice de compacidade da carcaça do que as fêmeas.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Edital Universal MCT/CNPq 14/2013 pelo apoio financeiro .

A DSM do Brasil, pela doação da Vitamina E utilizada na suplementação dos animais.

Referências bibliográficas

- Alcalde, C.R., Grande, P.A., Lima, L.S., Macedo, F.A.F., Zeoula, L.M. e Paula, M.C., 2011. Oilseeds in feeding for growing and finishing $\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ Saanen goat kids. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 1753--1757.
- Abdullah, Y.A. e Musallam, H.S., 2007. Effect of different levels of energy on carcass composition and meat quality of male black goats kids. *Livestock Science*, 107, 70--80.
- Association of Official Analytical Chemistry 1998. *Official Methods of Analysis*. 16th edition. AOAC, Arlington, VA, USA.
- Bonvillani, A.; Peña, F.; Gea, G., Gómez, G., Petryna, A. e Perea, J., 2010. Carcass characteristics of Criollo Cordobés kid goats under an extensive management system: Effects of gender and liveweight at slaughter. *Meat Science*, 86, 651--659.
- Brasil., 2000. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA. Instrução normativa n. 3, de 17 de janeiro de 2000. Aprova o regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. *Diário Oficial da União*, Brasília, 24 jan. 2000. Seção 1.
- Buckley, D.J., Morrissey, P.A. e Gray, J.I., 1995. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. *Journal of Animal Science*, 73, 3122--3130.
- Cartaxo, F.Q., Souza, W.H., Leite, M.L.M. V., Cezar, M.F., Cunha, M.G.G., Viana, J.A., Assis, D.Y.C. e Cabral, H.B., 2014. Características de carcaça de cabritos de diferentes genótipos terminados em Confinamento. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15, 120--130.
- Carvalho Jr, A.M.C., Pereira Filho, J.M., Silva, R.M., Cezar, M.F., Silva, A.M.A. e Silva, A.L.N., 2009. Efeito da suplementação nas características de carcaça e dos componentes não-carcaça de caprinos F1 Boer x SRD terminados em pastagem nativa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 1301--1308.
- Colomer-Rocher, F.C., Morand-Fehr, P. e Kirton, A.H., 1987. Standard methods and procedures for goat carcass evaluation, jointing and tissue separation. *Livestock Production Science*, 17, 149--159.
- Dhanda, J.S., Taylor, D.G., e Murray, P.J., 2003. Part 1. Growth, carcass and meat quality parameters of male goats: effects of genotype and liveweight at slaughter. *Small Ruminant Research*, 50, 57--66.
- FaoStat, 2014. Food and Agriculture Organization (United Nations). Agriculture database. Disponível em: <[http:// http://faostat3.fao.org/home/index.html](http://faostat3.fao.org/home/index.html) >.
- Freitas, H.S., Alcalde, C.R., Lima, L.S., Macedo, F.A.F., Macedo, V.P. e Molina, B.S.L., 2011. Quantitative characteristics of carcass and meat quality of $\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ Saanen and Saanen goat kids fed diets with dry yeast. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 630--638.

Furusho-Garcia, I.F., Perez, J.R.O., e Oliveira, M.V.M., 2003. Componentes corporais e órgãos internos de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês Puros, terminados em confinamento, com casca de café como parte da dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32, 1992-1998.

Gallo, C., Le Betron, Y., Wainwright, I. e Berkhoff, M., 1997. Body and carcass composition of male and female Criollo goats in the South of Chile. *Small Ruminant Research*, 23, 163—169.

Garcia, C.A., Monteiro, A.L.G., Costa, C., Neres, M.A. e Rosa, G.J.M., 2003. Medidas objetivas e composição tecidual da carcaça de cordeiros alimentados com diferentes níveis de energia em *creep feeding*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32, 1380--1390.

Grande, P.A., Alcalde, C.R., Lima, L.S., Ayer, I.M., Macedo, F.A.F. e Matsushita, M., 2009. Características quantitativas da carcaça e qualitativas do músculo *Longissimus dorsi* de cabritos $\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ Saanen confinados recebendo rações contendo grãos de oleaginosas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 1104--1113.

Grande, P.A., Alcalde, C.R., Lima, L.S., Macedo, V.P., Macedo, F.A.F e Matsushita, M., 2011. Avaliação da carcaça de cabritos Saanen alimentados com dietas com grãos de oleaginosas. *Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 63, 721--728.

Hashimoto, J.H., Alcalde, C.R., Silva, K.T., Macedo, F.A.F., Mexia, A.A., Santello, G.A., Martins, E.N. e Matsushita, M., 2007. Características de carcaça e da carne de caprinos Boer x Saanen confinados recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 165--173.

Hashimoto, J.H., Osório, J.C.S., Osório, M.T.M., Bonacina, M.S., Lehmen, R.I. e Pedroso, C.E.S., 2012. Qualidade de carcaça, desenvolvimento regional e tecidual de cordeiros terminados em três sistemas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41, 438--448.

Jonhson, D.D., McGowan, C.H., Nurse, G. e Anous, M.R. 1995. Breed type and sex effects on carcass traits, composition and tenderness of young goats. *Small Ruminant Research*, 17, 57--63.

Kasapidou, E., Wood, J.D., Richardson, R.I., Sinclair, L.A., Wilkinson, R.G. e Enser, M., 2012. Effect of vitamin E supplementation and diet on fatty acid composition and on meat colour and lipid oxidation of lamb leg steaks displayed in modified atmosphere packs. *Meat Science*, 90, 908--916.

Lathan, S.D., Moody, W., Kemp, J.D. e Woolfolk, P.G., 1964. Reliability of predicting lamb carcass composition. *Journal of Animal Science*, 23, 861--865.

Lima, L.S., Alcalde, C.R., Macedo, F.A.F., Lima, L.R., Martins, E.N. e Coutinho, C.C., 2011. Sugar cane dry yeast in feeding for growing and finishing goat kids. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 168--173.

Macit, M., Aksakal, V., Emsen, E., Esenbuga, N., e Aksu, M.I., 2003. Effects of vitamin E supplementation on fattening performance, noncarcass components and retail cut percentages, and meat quality traits of Awassi lambs. *Meat Science*, 64, 1--6.

- Maiorano, G., Cavone, C., McCormick, R.J., Ciarlariello, A., Gambacorta, M. e Manchisi, A., 2007. The effect of dietary energy and vitamin E administration on performance and intramuscular collagen properties of lambs. *Meat Science* 76, 182--188.
- Manso, T., Bodas, R., Castro, T. Jimeno, V. e Mantecon, A.R., 2009. Animal performance and fatty acid composition of lambs fed with different vegetable oils. *Meat Science*, 83, 511--516.
- Mertens, D.R., 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC International*, 85, 1217--1240.
- McCay, P.B. e King, M.M., 1980. Biochemical function, section I. Vitamin E: its role as a biologic free radical scavenger and its relationship on the microsomal mixed function oxidase system. L. Machlin (Ed.), *Vitamin E: A Comprehensive Treatise*, Marcel Dekker, New York.
- McDowell, L.R., 2000. *Vitamins in animal and human nutrition*. 2nd edition. (Iowa State University Press).
- McMillin, K.W., 2010. Meat production and quality. In: Solaiman, S.G. (Ed.). *Goat Science and Production*. 1st edition (Wiley-Blackwell), 255--274.
- Macfarlane, J.M., Lambe, N.R., Bishop, S.C., Matika, O., Rius-Vilarrasa, E., McLean, K.A., Haresign, W., Wolf, B.T., McLaren, R.J. e Bünger, L., 2009. Effects of the Texel muscling quantitative trait locus on carcass traits in crossbred lambs. *Animal*, 3, 189--199.
- Medeiros, L.F.D., Vieira, D.H., Ferreira, S.F., Silveira, J.P.F. e Tierzo, V., 2005. Estudo do crescimento de cabritos das raças Saanen, Parda Alemã e Mestiços ½ Saanen + ½ Parda Alemã. *Boletim de Indústria Animal*, 62, 55--62.
- Menezes, J.J.L., Gonçalves, H.C., Cañizares, G.I.L., Rodrigues, L., Medeiros, B.B.L. Gomes, H.F.B., Marques, R.O. e Emerson, M.S., 2012. Ganho de peso e medidas biométricas de caprinos jovens em função do grupo racial, peso de abate e sexo. *Veterinária e Zootecnia*. 19, 574--583.
- Mitsumoto, M., Arnold, R.N., Schaefer, D.M., e Cassens, R.G., 1995. Dietary vitamin E supplementation shifted weight loss from drip to cooking loss in fresh beef *Longissimus* during display. *Journal of Animal Science*, 73, 2289--2294.
- Mitsumoto, M., Ozawa, S., Mitsuhashi, T. e Koide, K., 1998. Effect of dietary vitamin E supplementation for one week before slaughter on drip, color and lipid stability during display in Japanese black steer beef. *Meat Science*, 49, 165--174.
- National Research Council, 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants*. National Academy Press. Washington, DC, USA.
- Oliveira, D.F., Cruz, J.F., Carneiro, P.L.S., Malhado, C.H.M., Rondina, D., Ferraz, R.C.N., e Teixeira Neto, M.R., 2009. Desenvolvimento ponderal e características de

crescimento de caprinos da raça Anglonubiana criados em sistema semi-intensivo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 10, 256--265.

Oliveira, M.V.M., Pérez, J.R.O. e Alves E.L., 2002. Avaliação da composição de cortes comerciais, componentes corporais e órgãos internos de cordeiros confinados e alimentados com dejetos de suínos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31, 1459--1469.

Osório, J.C., Osório, M.T., Jardim, P.O., Pimentel, M.A., Pouey, J.L., Cardellino, R.A., Motta, L. e Esteves, R., 1998. Métodos para avaliação da produção da carne ovina: in vivo, na carcaça e na carne. Editora Universitária. Pelotas, RS, BRA.

Pereira Filho, J.M., Resende, K.T., Teixeira, I.A.M.A., Silva Sobrinho, A.G., Yáñez, E.A. e Ferreira, A.C.D., 2005. Efeito da restrição alimentar no desempenho produtivo e econômico de caprinos F1 Boer × Saanen. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34, 188--196.

Purchas, R.W., Davies, A.S. e Abdulkah, A.Y., 1991. An objective measure of muscularity: changes with animal growth and differences between genetic lines of southdown sheep. *Meat Science*, 30, 81--94.

Santos, C.L., 1999. Estudo do desempenho das características da carcaça e do crescimento alométrico de cordeiros das raças Santa Inês e Bergamácia. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1999. 142p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Lavras, 1999.

Santos, S.M.A., 2013. Utilização de gordura protegida na alimentação de cabritos Boer + Saanen. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) –Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

Santos, S.M.A., Alcalde, C.R., Possamai, A.P.S., Molina, B.S.L., Hygino, B., Souza, L.C., Gomes, L.C. e Ferrari, I.R., 2015. Digestibility and performance in crossbred ½ Boer x ½ Saanen goat kids fed diets containing protected fat. *Semina: Ciências Agrárias*, 36, 3315--3328.

Sañudo, C., Sierra, I., 1986. Calidad de la canal en la especie ovina. *Ovino*, 11, 127--157.

SAS Institute Inc. 2001. SAS/STAT User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Schöenfeldt, H.C., Naudr, R.T., Bok, W., Van Heerden, S.M., Sowden, L. e Boshoff, E., 1993. Cooking and juiciness related quality characteristics of goat and sheep meat. *Meat Science*, 34, 381--394.

Silva Sobrinho, A.G., Machado, M.R.F., Gastaldi, K.A.G. e Garcia, C.A., 2002. Efeito da relação volumoso:concentrado e do peso ao abate sobre os componentes da perna de cordeiros Ile de France x Ideal confinados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31, 1017--1023.

Simela, L., Ndlovu, R.L. e Sibanda, L.M., 1999. Carcass characteristics of the marketed matebele goat from south-western. *Small Ruminant Research*, 32, 173--179.

Siqueira, E.R., Simões, C.D., e Fernandes, S. 2001. Efeito do Sexo e do Peso ao Abate sobre a Produção de Carne de Cordeiro. Morfometria da Carcaça, Pesos dos Cortes, Composição Tecidual e Componentes Não Constituintes da Carcaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30, 1299--1307.

Slater, T.F., Cheeseman, K.H., Davies, M.J., Proudfoot, K., e Xin, W., 1987. Free radical mechanism in relation to tissue injury. *Proceedings of the Nutrition Society*, 46, 1--12.

Storey, K. B., 1996. Oxidative stress: animal adaptations in nature. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 29, 1715--1733.

Sniffen, C.J., O'connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G. and Russell, J.B., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, 70, 3562--3577.

Yáñez, E.A., Resende, K.T., Ferreira, A.C.D, Pereira Filho, J.M., Silva Sobrinho, A.G., Teixeira, I.A.M.A. e Medeiros, A.N., 2006. Restrição alimentar em caprinos: rendimento, cortes comerciais e composição da carcaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 2093--2100.

Yáñez, E.A., Resende, K.T., Ferreira, A.C.D, Pereira Filho, J.M., Medeiros, A.N. e Teixeira, I.A.M.A., 2009. Relative development of tissues, commercial meat cuts and live weight components in Saanen goats. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 366--373.

Wulf, D. M., Morgan, J. B., Sanders, S. K., Tatum, J. D., Smith, G. C., & Williams, S., 1995. Effects of dietary supplementation of vitamin E on storage and caselife properties of lamb retail cuts. *Journal of Animal Science*, 73, 399--405.

IV – Qualidade de carne de cabritas ½ Boer-Saanen suplementadas com dietas contendo níveis de Vitamina E¹

¹Elaborado segundo normas da revista Tropical Animal Health and Production

Resumo - O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade da carne de cabritas ½ Boer-Saanen, recebendo rações com vitamina E. Foram utilizadas 20 cabritas, confinadas com idade média de $121,6 \pm 4,3$ dias e peso corporal médio inicial de $20,2 \pm 1,3$ kg, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em quatro tratamentos sendo o controle sem inclusão de vitamina E, e os demais contendo 50, 150 e 450 mg de dl- α -tocoferol acetato/kg MS. Após o abate, e obtenção da carcaça, foi amostrado o músculo *Longissimus dorsi* da meia carcaça esquerda onde foram tomadas medidas de cor, pH e avaliações químicas e físicas no músculo. A cor e o pH, aos 45 min e pH 24 hs, após o abate dos animais não foram influenciados ($p \geq 0,05$) pelos níveis de inclusão de vitamina E na dieta. Não foi observado efeito das dietas para a força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi* nas cabritas suplementadas com vitamina E. No entanto, observou-se efeito linear positivo para o teor de umidade e perda por cocção, e efeito linear negativo para os teores de proteína bruta e gordura total no músculo dos animais suplementados com vitamina E. Na concentração de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi*, foram observadas melhorias no perfil de ácidos graxos, com efeitos quadráticos para os ácidos graxos mirístico, ácido linoleico conjugado (CLA), araquidônico, para a soma total dos ácidos graxos poli-insaturados e para a razão ácido graxo poli-insaturado: ácido graxo saturado, e efeito linear negativo para o ácido graxo palmitoleico. Houve redução na oxidação lipídica nos dias de armazenamento da carne e aumento na incorporação de vitamina E no músculo dos animais que consumiram dietas suplementadas com vitamina E. A inclusão de vitamina E entre 215 e 253 mg/kg MS na dieta pode ser utilizada na alimentação de cabritas ½ Boer-Saanen, por proporcionar carnes com adequadas composições químicas, melhorias no perfil de ácidos graxos, redução na oxidação lipídica e aumento na incorporação de vitamina E no tecido muscular.

Palavras-chave: Ácidos graxos, alfa-tocoferol, antioxidante, caprinos composição química, lombo

Introdução

O consumo de carne e produtos cárneos é importante fonte proteica em dietas humanas, e o seu consumo depende de fatores como crenças ou éticas religiosas, socioeconômico e tradição (Font-i-Furnols e Guerrero, 2014). Atualmente, os consumidores exigem alta qualidade nos produtos cárneos, pelas altas incidências de doenças cardiovasculares, associado ao consumo de gordura animal, fazendo com que a demanda por carnes magras, como a carne caprina, seja aumentada (Karami et al., 2011), uma vez que apresenta menor teor de colesterol 31,85 mg/100 g (Grande et al., 2011) do que carnes bovinas 53,12 mg/100 g, (Arboitte et al., 2004) e ovinas 51,51 mg/100 g (Madruga et al., 2005).

A carne caprina possui características como reduzido teor de gordura, pois os caprinos incorporam menos gordura subcutânea e intramuscular e depositam cerca de 50% a 60% da gordura na cavidade abdominal (Colomer-Rocher et al., 1992; Webb et al., 2005), a qual é retirada na evisceração das carcaças, o que lhe confere o conceito de carne magra e a torna uma opção para o exigente público consumidor (Madruga, 2004).

A qualidade e a aceitabilidade da carne são diretamente influenciadas pela oxidação lipídica; o tecido muscular fica pré-disposto após o abate, e durante sua transformação em carne, e caracteriza-se como um fator limitante, que afeta atributos como sabor, cor, textura e valor nutritivo (Luciano et al., 2009). O processo de rancidez causa o desenvolvimento de sabores indesejáveis, descoloração, produção de substâncias potencialmente tóxicas como o malonaldeído e óxidos de colesterol e, também, perda do valor nutricional pela destruição de vitaminas e ácidos graxos essenciais (Gray et al., 1996).

A deterioração pela oxidação lipídica pode ser retardada com o uso de antioxidantes (Coronado et al., 2002; Karami et al., 2011; Kasapidou et al., 2012). Embora antioxidantes sintéticos tenham sido amplamente utilizados na indústria de produtos cárneos, a preocupação do consumidor com a sua segurança e toxicidade deram início à busca por fontes de antioxidantes naturais (McBride et al., 2006; Resconi, 2007).

A vitamina E é um nutriente natural essencial presente nos alimentos que protege os tecidos animais contra danos oxidativos; este efeito protetor pode ser transportado para a carne e melhorado por meio da suplementação alimentar dos animais, com quantidades de vitamina E maiores que aquelas exigidas para o crescimento normal e reprodução (Kasapidou et al., 2012). A vitamina E não é

sintetizada pelo animal, sendo necessário um suprimento dietético regular, para auxiliar na proteção contra a peroxidação dos ácidos graxos poli-insaturados altamente oxidáveis por espécies de oxigênio reativas produzidas por enzimas ligadas às membranas adjacentes (McCay e King, 1980).

Ruminantes suplementados com antioxidantes, tais como vitamina E, têm sido extensivamente estudados como um meio de proporcionar a estabilidade oxidativa da carne e, conseqüentemente, estender sua qualidade em maiores períodos de tempo (López-Bote et al., 2001; Karami et al., 2011; Juárez et al., 2012). Dessa forma, neste trabalho, objetivou-se determinar a quantidade de inclusão de vitamina E na dieta de cabritas ½ Boer-Saanen, que proporcione melhorias na qualidade e aumente a vida de prateleira da carne.

Material e métodos

Este estudo foi realizado na Universidade Estadual de Maringá (UEM), conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi – Setor de Caprinocultura. Foram distribuídas 20 cabritas ½ Boer-Saanen, com idade média \pm desvio-padrão de $121,6 \pm 4,3$ dias e peso corporal médio inicial de $20,2 \pm 1,3$ kg, em delineamento inteiramente casualizado em quatro tratamentos sendo o controle sem inclusão de vitamina E, e os demais contendo 50, 150 e 450 mg de dl- α -tocoferol acetato/kg MS. As dietas foram ajustadas de acordo com o NRC (2007), para um ganho diário de 0,15 kg de peso corporal para cabritos em fase de crescimento e apresentavam proporção volumoso:concentrado de 30:70. As rações foram peletizadas para evitar seleção e desperdício.

A vitamina E foi adicionada à ração como dl- α -tocoferol acetato (ROVIMIX[®] E-50 Adsorbate). Os ingredientes e a composição química (g/kg) das dietas experimentais são mostrados na Tabela 1.

A alimentação aos animais foi oferecida pela manhã (8h), na proporção de 3,5% de matéria seca em relação ao peso corporal, de maneira que proporcionasse sobras de 10%. Diariamente, antes do fornecimento da dieta, as sobras foram pesadas para controle da ingestão de matéria seca. Os animais foram pesados no início do experimento e a cada 14 dias, para ajuste da dieta e para acompanhar o peso corporal até atingir peso final de aproximadamente 32 kg. As cabritas foram confinadas em instalação suspensa com piso ripado, em baias individuais equipadas com comedouros e bebedouros.

Tabela 1. Composição em grama/kg de matéria seca e químico-bromatológica das rações experimentais

Item	Dietas (mg dl- α -tocoferol acetato/kg de MS)			
	0	50	150	450
Feno de aveia	300,00	300,00	300,00	300,00
Milho moído	498,30	498,30	498,30	498,30
Farelo de soja	141,71	141,71	141,71	141,71
Sal comum	17,63	17,63	17,63	17,63
Cloreto de amônio	10,00	10,00	10,00	10,00
Suplemento mineral ¹	32,35	32,34	32,33	32,30
DI- α -tocoferol acetato	0,00	0,005	0,015	0,045
Matéria seca	894,84	890,54	892,50	892,12
Matéria orgânica	917,74	912,88	916,23	918,08
Cinzas	82,26	87,12	83,76	81,92
Proteína bruta	147,06	144,73	154,72	150,14
Extrato etéreo	10,52	14,98	10,90	13,39
Carboidratos totais	760,16	753,17	750,61	754,54
Carboidratos não fibrosos	207,22	194,12	218,50	221,26
Fibra em detergente neutro	552,94	559,04	532,17	533,27
Fibra em detergente ácido	133,97	142,22	136,53	151,97
16:0 (palmítico)	30,93	26,33	29,69	25,78
18:0 (esteárico)	4,15	4,28	4,18	3,72
18:1n9 (oleico)	34,75	35,18	35,51	35,12
18:2n6 (linoleico)	15,86	22,31	18,92	26,30
20:4 (araquidônico)	0,65	0,48	0,68	0,58

¹Produto formulado sem inclusão de vitamina E. Composição química (por kg do produto): cálcio 240 g; fósforo 71 g; flúor-710 mg (máx); magnésio 20 g; potássio 28,20 g; ferro 2.500 mg; cobre 400 mg; manganês 1.350 mg; zinco 1.700 mg; cobalto 30 mg; iodo 40 mg; selênio 15 mg; cromo 10 mg; vit. A 135.000 UI; vit. D3 68.000UI.

Amostras das rações foram coletadas e processadas em moinho tipo faca utilizando peneira com crivos de 1 mm para análises. A matéria seca foi determinada de acordo com o método nº 934.01 da AOAC (1998). As cinzas foram determinadas pela incineração em forno mufla de acordo com o método nº 942.05 da AOAC (1998). O nitrogênio total (NT) foi mensurado usando a Tecnal TE-036/1 (Tecnal, Piracicaba, São Paulo, Brasil), seguindo método nº 988.05 da AOAC (1998), e a proteína bruta (PB) foi estimada como nitrogênio total x 6,25. A determinação do extrato etéreo das rações foi conduzida com a Tecnal TE-044/1 (Tecnal, Piracicaba, São Paulo, Brasil), de acordo com método nº 920.39 da AOAC (1998). As avaliações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) seguiram metodologias descritas por Mertens (2002), usando α -amilase estável em calor, e expressos com as cinzas residuais. Os carboidratos totais (CT) foram obtidos por meio da equação de Sniffen et al. (1992), $TC = 1000 - (PB + EE + cinzas)$, e os carboidratos não fibrosos (CNF) foram determinados pela diferença entre CT e FDN.

As extrações lipídicas das rações para determinação do perfil de ácidos graxos foram realizadas de acordo com metodologia descrita por Bligh e Dyer (1959) com a mistura de clorofórmio e metanol. O perfil lipídico foi determinado após a transesterificação dos ácidos graxos, para obtenção dos ésteres metílicos, conforme método ISO (1978) em solução de n-heptano e KOH/metanol.

Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados por cromatografia gasosa (Cromatógrafo Trace GC Ultra, Thermo Scientific, EUA) autoamostrador, equipado com detector de ionização de chama a 235°C e coluna capilar de sílica fundida (100 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,20 µm, Restek 2560). O fluxo de gases foi de 350 mL/min de ar sintético, 35 mL/min de H₂ (gás de arraste) e 30 mL/min para N₂ (gás auxiliar). A temperatura inicial da coluna foi estabelecida em 165°C, mantida por 8 min, elevada até 185°C a uma taxa de 4°C/min, mantida por 4 min, chegando a 220°C de temperatura final, sendo elevada à taxa de 5°C/min e mantida por 17 min. A quantificação dos ácidos graxos da amostra foi efetuada por comparação com o tempo de retenção de ésteres metílicos de ácidos graxos de amostras padrões (Sigma Aldrich®).

Quando os animais atingiram o peso corporal estabelecido de aproximadamente 32 kg, foram submetidos a jejum de sólidos (16 h). As cabritas foram abatidas em abatedouro pertencente à Universidade Estadual de Maringá (Maringá, Paraná, Brasil), sob inspeção sanitária municipal, de acordo com regulamento técnico de abate humanitário do Brasil Instrução Normativa Nº 3 de 2000 (Brasil, 2000).

As avaliações da qualidade de carne foram realizadas no músculo *Longissimus dorsi*. Na secção entre a 13ª vértebra torácica e primeira vértebra lombar da carcaça, a cor do tecido muscular foi mensurada com espectrofotômetro portátil da marca Minolta CR-400, com esfera de integração e ângulo de 10° e iluminante D65. A avaliação de cor foi baseada no sistema CIElab, que avalia a cor pela refletância da luz em três dimensões: *L** que representa luminosidade, *a** e *b** que representam, respectivamente, a tonalidade de tendência para o vermelho e para o amarelo.

A avaliação do pH foi realizada na carcaça utilizando-se pHmetro digital portátil em dois tempos distintos, 45 min e 24 h após abate, com a introdução do eletrodo perpendicularmente ao músculo *Longissimus dorsi*, entre as vértebras L4 e L5 da meia carcaça esquerda.

Após mensurações de cor e pH, foi extraído da meia carcaça esquerda o músculo *Longissimus dorsi* entre a primeira e sexta vértebra lombar, e dividido em duas porções, cranial e caudal, utilizadas para as análises químicas e física, respectivamente.

Foram realizadas análises químicas de teor de umidade, proteína bruta e matéria mineral seguindo os mesmos procedimentos descritos para as análises das rações.

Para a avaliação física de perda de água por cocção e força de cisalhamento, as amostras do músculo utilizadas foram cortadas em bifes de 2,5 cm de espessura, pesadas e envoltas em papel alumínio para cozimento em “grill” pré-aquecido a 170°C, e monitoradas ao centro geométrico por termômetros tipo espeto até que atingissem a temperatura interna de 70°C. Após atingirem esta temperatura, os bifes foram retirados do “grill”, secos em papel absorvente e deixados em repouso para que resfriasse à temperatura ambiente e, em seguida, pesados novamente. As perdas durante a cocção foram calculadas pela diferença de peso das amostras antes e depois da cocção e expressas em porcentagem.

Para determinação da força de cisalhamento, foi utilizado o protocolo de análise Warner-Bratzler Shear Force – WBSF (Wheeler et al., 2007), os bifes cozidos, utilizados para medir as perdas por cocção, foram deixados à temperatura ambiente por no mínimo 30 min. Posteriormente, realizaram-se os cortes na forma de paralelepípedo de acordo com a orientação das fibras ao quais apresentaram dimensão de 1,0 x 1,0 x 3,0 cm. A força necessária para cortar transversalmente cada amostra foi medida em texturômetro TAXT2 (Stable Micro System, Surrey, England), equipado com acessório de Warner-Bratzler, operando em velocidade de 20 cm/s. A média da força de cisalhamento representa o valor da dureza da carne. Os resultados foram expressos em kgf.

A extração dos ácidos graxos e a determinação do perfil lipídico da carne dos animais seguiram os mesmos procedimentos descritos para as análises das rações.

A oxidação lipídica foi determinada pela estimativa das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) de acordo com o método de Raharjo et al. (1992) modificado por Wang et al. (2002) nos dias de exibição 0, 3, 7 e 14. Para cada dia de exposição foi separada uma amostra do músculo *Longissimus dorsi*, colocada em bandeja de poliestireno expandido (EPS), embalada com filme plástico e armazenada entre 4 e 6°C.

Nos dias determinados, as amostras foram retiradas da geladeira, moídas e 5 g da amostra foram homogeneizadas em 0,5 mL de 0,15% BHT dissolvido em etanol (m/v) e

36 mL de 5% ácido tricloroacético (m/v). As amostras foram deixadas por aproximadamente 10 min em repouso para permitir a extração de TBARS, após foram filtradas e, 2 mL do filtrado foi misturado com 2 mL de 0,08M de ácido tiobarbitúrico e deixados em banho-maria com temperatura de 95°C por 5 min. Uma amostra branco contendo 36mL de solução de ácido tricloroacético e 0,5 mL de solução BHT e 2 mL de solução de ácido tiobarbitúrico foi preparada. A absorbância foi lida a 532 nm contra a amostra branco utilizando espectrofotômetro Agilent UV-8553.

O TBARS foi calculada usando como padrão 1,1,3,3 tetraethoxypropane (1×10^{-8} a 10×10^{-8} mol/mL) e expressa em mg de malonaldeídos (MDA) por kg de músculos.

As concentrações de α -tocoferol no músculo *Longissimus dorsi* foi determinada utilizando metodologia modificada de Liu et al. (1996). Uma amostra de 1g de tecido muscular foi triturada e homogeneizada em solução KOH:etanol contendo ácido ascórbico como antioxidante. A vitamina E foi extraída em hexano, e mensurada em fase normal de HPLC, utilizando coluna C18, com fase móvel de acetonitrila, metanol e água ultrapura (25:25:1, v/v/v) com vazão de 0,6 mL/min. As quantificações foram feitas, utilizando curva padrão baseada nas áreas dos picos obtidas pela injeção de solução de concentração conhecida de α -tocoferol (1 a 0,2 mg/mL).

Para realização das análises estatísticas das avaliações da qualidade da carne das cabritas, todos os dados obtidos foram avaliados quanto à normalidade dos dados pelo teste *Shapiro wilk*, e aqueles que apresentavam normalidade foram submetidos à análise de variância com regressão polinomial ($p \leq 0,05$), utilizando os tratamentos de 0, 50, 150 e 450 mg de dl-alfa-tocoferol acetato/kg MS, pelo software SAS (Statistical Analysis System), segundo o modelo:

$$Y_{ij} = b_0 + b_1X_{1i} + b_2X_{2i} + e_{ij}$$

em que: Y_{ij} = observação da variável estudada no animal j , recebendo o tratamento i ; b_0 = constante geral; b_1 = coeficiente de regressão linear da variável observada em função dos tratamentos de 0, 50, 150 e 450 mg de dl-alfa-tocoferol acetato/kg MS; b_2 = coeficiente de regressão quadrático da variável observada em função dos tratamentos de 0, 50, 150 e 450 mg de dl-alfa-tocoferol acetato/kg MS; X_{1i} = variável independente (níveis de vitamina E na dieta); e_{ij} = erro residual.

Resultados e discussão

A inclusão da vitamina E não influenciou a cor da carne e o pH a 45 min (pH45) e 24 h (pH24) após o abate (Tabela 2).

A cor da carne é o fator mais importante na decisão da compra pelos consumidores (Mancini e Hunt, 2005), e mesurada pelos parâmetros de luminosidade (L^*), tendência para o vermelho (a^*) e tendência para o amarelo (b^*), os quais apresentaram valores médios de 39,1; 17,5 e 5,6; respectivamente.

Tabela 2. Médias dos valores da cor e pH do músculo *Longissimus dorsi* de cabritas ½ Boer-Saanen em função dos níveis de vitamina E na dieta

Parâmetros	Níveis de dl- α -tocoferol acetato				EPM	<i>p</i> -valor	
	0	50	150	450		Linear	Quadrático
Cor							
L^*	39,04	39,39	39,64	38,32	0,324	Ns	Ns
a^*	17,36	17,89	16,74	18,16	0,335	Ns	Ns
b^*	5,63	5,90	5,50	5,71	0,142	Ns	Ns
pH							
pH45'	6,33	6,27	6,22	6,47	0,044	Ns	Ns
pH24h	5,75	5,73	5,72	5,64	0,027	Ns	Ns

L^* = Intensidade de luminosidade; a^* = tendência para o vermelho; b^* = tendência para o amarelo; pH45' = pH a 45 min; pH24h = pH a 24 h; EPM = Erro-padrão da média; NS = não significativo.

A intensidade de luminosidade observada apresentou valor médio maior do que os obtidos na literatura para cabritos suplementados com vitamina E. Karami et al. (2011), avaliando os efeitos da inclusão de 400 mg de vitamina E na dieta, observaram valores de 33,5 para L^* . Monte et al. (2007), avaliando a qualidade do músculo de cabritos Boer + SRD e ¾Boer + ¼ SRD, abatidos com ± 10 meses de idade e 30 kg de peso corporal, observaram valores de 37,07 e 34,46 para L^* , respectivamente. O elevado valor de L^* observado, pode ser atribuído à idade de abate dos animais de aproximadamente seis meses. Segundo Moloney et al. (2012), é comum valores de L^* mais altos em ruminantes jovens, pois estes apresentam maior quantidade de água e menor quantidade de gordura. Quanto maior o valor de L^* , mais clara é a carne.

Os valores de a^* e b^* encontram-se próximos aos observados na literatura para caprinos, de 10,0 a 16,24 para a^* e 2,19 a 9,17 para b^* (Monte et al., 2007, Karami et al., 2011). Quanto maiores os valores de a^* e b^* mais vermelha e amarela, respectivamente, é a carne. Luciano et al. (2009) também não observaram diferença na coloração da carne de cordeiros Comisana que consumiram dietas à base de forragem (alta concentração de α -tocoferol) ou dietas à base de concentrado (baixa concentração de α -tocoferol), no dia 0 após o abate. No entanto, os autores relataram que o tempo de maturação possui efeito sobre a coloração da carne, e as concentrações de vitamina E

presentes no músculo, provenientes da dieta, podem auxiliar a retardar colorações indesejáveis que ocorrem no período de maturação.

O pH constitui um dos fatores mais importantes na transformação do músculo em carne com decisivo efeito sobre a qualidade da carne fresca e dos produtos derivados (Osório e Osório, 2000; Ordóñez, 2005). Dos parâmetros avaliados na carne, o pH final é o de maior relevância (Moore et al., 2012), exercendo influência sobre vários aspectos na qualidade da carne como a capacidade de retenção de água, perdas de peso por cocção e a força de cisalhamento.

O pH final nos músculos de caprinos, em geral, apresenta altos valores, muitas vezes decorrente do temperamento intrínseco do animal, o qual sugere que caprinos são animais mais propensos ao estresse, resultando assim em menores quantidades de reservas de glicose para metabolizar após o abate (Webb et al., 2005). Swan et al. (1998) observaram pH final da carne de caprinos Boer em torno de 6,04 no músculo *Longissimus dorsi* após 24 h do abate. Husain et al. (2000) relataram variação entre 5,8 a 6,2 no pH final no músculo *Longissimus dorsi* de animais cruzados Boer. Dessa maneira os valores obtidos para o pH final sugerem que os animais abatidos não apresentaram quadro de estresse antes do abate, resultando em pH com intervalo de 24 h adequado.

A composição química da carne apresentou efeito linear positivo para a umidade, e efeito linear negativo para os teores de proteína bruta e gordura total da carne das cabritas que receberam suplementação com vitamina E na dieta (Tabela 3).

O aumento no teor de umidade da carne dos animais pode estar relacionado com a integridade da membrana das células sarcoplasmáticas na carne dos animais suplementados com vitamina E. Mitsumoto et al. (1995) e Mitsumoto et al. (1998) relataram que a vitamina E, ao atuar como antioxidante na membrana celular, estabiliza a integridade da célula e melhora a capacidade do músculo para reter os componentes sarcoplasmáticos.

Estudos demonstram que, no músculo, a oxidação dos fosfolípidios de membrana começa imediatamente após o abate (Buckley et al., 1995) alterando a fluidez, levando a interrupção das funções e da estrutura normal da membrana (Slater et al., 1987; Storey, 1996), resultando em maior retenção de água na carne dos animais suplementados com vitamina E (Macit et al., 2003; Maiorano et al., 2007).

Tabela 3. Composição química e física do músculo *Longissimus dorsi* de cabritas ½ Boer-Saanen em função dos níveis de vitamina E na dieta

Parâmetros (g/100g)	Níveis de dl- α -tocoferol				EPM	<i>p</i> -valor	
	acetato					Linear	Quadrático
	0	50	150	450			
Umidade	72,15	72,90	74,52	75,26	0,318	<0,001	Ns
Proteína bruta	21,44	22,01	21,81	20,93	0,137	0,015	Ns
Gordura total	3,38	3,88	3,17	2,59	0,221	0,037	Ns
Matéria mineral	1,14	1,19	1,11	1,09	0,033	Ns	Ns
Força cisalhamento (kgf)	1,95	2,01	1,99	2,12	0,087	Ns	Ns
Perda por cocção	13,38	15,50	17,18	21,78	1,243	0,013	Ns
Equação de regressão estimada							
Umidade	$Y = 72,628 + 0,0065X$						
Proteína bruta	$Y = 21,802 - 0,0017X$						
Gordura total	$Y = 3,613 - 0,0022X$						
Perda por cocção	$Y = 19,591 + 0,0155X$						

EPM = Erro-padrão da média; NS = não significativo.

As reduções nos teores de proteína bruta e gordura total na carne dos cabritos suplementados com vitamina E na dieta estão relacionadas com a distribuição das proporções dos constituintes musculares. O aumento da umidade na carne dos animais suplementados com vitamina E, conseqüentemente, faz com que haja redução na proporção de gordura total e demais componentes da carne.

Leick et al. (2012), utilizando cabritos Boer, observaram que o período de confinamento e, conseqüentemente, a idade de abate dos animais (de 3 para 6 meses), proporcionou alteração na composição química da carne, com redução no teor de umidade (de 70,2% para 64,7%) e aumento no teor de gordura (de 8,2% para 14,9%) conforme se aumentava o período de alimentação dos animais. Rosa et al. (2005) afirmaram que a gordura é o tecido de maior variabilidade no animal, seja do ponto de vista quantitativo ou por sua distribuição.

As avaliações das características físicas do músculo *Longissimus dorsi* não demonstraram diferença para os valores obtidos na força de cisalhamento. No entanto, as medidas de perda por cocção apresentaram efeito linear positivo com aumento de 0,0155% na perda de água durante o processo de cocção da carne dos animais para cada mg de vitamina E acrescida na dieta (Tabela 3).

Os resultados obtidos para a força de cisalhamento apresentaram média de 2,02 kgf, valor que pode ser considerado como de carne extremamente macia, segundo Miller et al. (2001) que classificam carnes vermelhas com valores abaixo de 5 kgf como carnes macias e apreciadas pelos consumidores. Freitas et al. (2011), avaliando a

qualidade da carne de cabritos ½ Boer-Saanen, abatidos com aproximadamente 30 kg, observaram valor para força de cisalhamento de 6,71 kgf. Os baixos valores de força de cisalhamento observados podem ser correlacionados com a adequada redução do pH²⁴. De acordo com Simela et al. (2004), carnes caprinas que apresentam menores valores de pH após 24 h do abate tendem a apresentar melhor maciez e menores valores de força de cisalhamento.

As maiores perdas por cocção, observadas nas carnes dos animais suplementados com vitamina E na dieta, estão associadas ao menor teor de gordura presente na carne. Lawrie (2006) descreve que a quantidade de gordura presente no músculo tem efeito direto sobre a retenção de água no tecido, e que baixas quantidades de gordura podem provocar exacerbadas perdas de umidade após o processo de cozimento da carne.

Embora as perdas por cocção tenham apresentado maiores valores para as carnes dos animais suplementados, estudos demonstram que as perdas por cocção em carnes caprinas são frequentemente observadas em torno de 35% (Weeb et al., 2005; Leick et al., 2012). As perdas por cocção são de extrema importância na avaliação da qualidade de carne, pois a água que permanece na carne após o cozimento é o principal contribuinte para a sensação de suculência quando a carne é consumida.

McMillin (2010) reportou que os principais ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi thoracis* de caprinos Boer em raças nativas australianas são o ácido oleico (43% a 54%), o ácido palmítico (23% a 28%) e o ácido esteárico (11% a 18%), valores estes coerentes com os obtidos (Tabela 4). Webb et al. (2005), em revisão de literatura, relatam que a carne caprina apresenta perfil lipídico adequado para os consumidores preocupados com a saúde, em que se observa que em cabritos cruzados Boer são obtidos de 65,37% a 66,40% dos ácidos graxos desejáveis, que são C18 e todos os ácidos graxos insaturados e, em média, 74% destes ácidos graxos são observados na carne de caprinos Boer.

Não foram observados efeitos da dieta para as proporções totais de ácidos graxos saturados (AGS) e ácidos graxos monoinsaturados (AGMI). No entanto, houve efeito quadrático para a proporção total de ácido graxo poli-insaturado (AGPI), onde ocorreu aumento na sua concentração até o ponto de máxima na inclusão de 215 mg de vitamina E (Tabela 4).

Em virtude do efeito quadrático na concentração de AGPI, observou-se também efeito quadrático na razão AGPI/AGS, com aumento na sua proporção até o ponto de

máxima inclusão de vitamina E de 216 mg. Grande et al. (2009), avaliando a carne de cabritos ½ Boer-Saanen que receberam grãos de oleaginosa na dieta, abatidos com aproximadamente 30 kg, observaram valor médio da razão AGPI/AGS de 0,17. Embora tenha ocorrido aumento na proporção de AGPI/AGS até o ponto de máxima de 216 mg de vitamina E/kg MS, os valores observados encontram-se abaixo dos recomendados como ideal de 0,4 para prevenir doenças associadas ao consumo de alimentos com gordura (Wood et al., 2003).

Tabela 4. Concentração de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de cabritas ½ Boer-Saanen em função dos níveis de vitamina E na dieta

Parâmetros	Níveis de dl- α -tocoferol				EPM	<i>p</i> -valor	
	acetato					Linear	Quadrática
	0	50	150	450			
AGS	34,55	34,79	33,40	38,71	1,201	Ns	Ns
AGMI	59,00	59,47	58,39	55,47	1,118	Ns	Ns
AGPI	6,46	5,74	8,21	5,82	0,345	0,015	0,011
AGMI/AGS	1,72	1,72	1,75	1,49	0,072	Ns	Ns
AGPI/AGS	0,19	0,17	0,25	0,16	0,013	0,018	0,011
Ômega 3 (n3)	0,29	0,27	0,47	0,31	0,044	Ns	Ns
Ômega 6 (n6)	3,68	2,98	3,83	2,61	0,210	Ns	Ns
n6:n3	13,87	13,18	9,93	9,06	1,566	Ns	Ns
Ácidos graxos saturados							
10:0 (cáprico)	0,10	0,11	0,08	0,11	0,006	Ns	Ns
12:0 (láurico)	0,11	0,12	0,09	0,10	0,007	Ns	Ns
14:0 (mirístico)	2,33	2,45	1,80	2,20	0,111	0,043	0,049
16:0 (palmítico)	21,88	21,50	19,80	22,66	0,570	Ns	Ns
Ácidos graxos monoinsaturados							
16:1n7 (palmitoleico)	3,36	3,26	3,08	2,61	0,172	0,046	Ns
18:0 (esteárico)	10,13	13,64	11,64	10,61	0,744	Ns	Ns
18:1t9 (elaídico)	4,22	4,14	4,71	4,34	0,197	Ns	Ns
18:1n9 (oleico)	51,22	52,07	50,60	48,52	0,955	Ns	Ns
Ácidos graxos poli-insaturados							
18:2n6 (linoleico)	3,68	2,98	3,83	2,61	0,210	Ns	Ns
18:3n3 (α -linolênico)	0,29	0,27	0,47	0,31	0,044	Ns	Ns
18:2 c9 t11(CLA)	0,28	0,28	0,48	0,29	0,043	0,044	0,041
20:4 n6 (araquidônico)	2,21	2,21	3,44	2,61	0,202	0,011	0,013
Equação de regressão estimada						Ponto de inflexão*	
AGPI	Y = 5,874 + 0,0190X - 0,4424E-04X ²					215	
AGPI/AGS	Y = 0,168 + 0,6592E-03X - 0,1524E-05X ²					216	
14:0 (mirístico)	Y = 2,463 - 0,0053X + 0,1053E-04X ²					252	
16:1n7 (palmitoleico)	Y = 3,345 - 0,0016X					-	
18:2 c9 t11 (CLA)	Y = 0,249 + 0,0020X - 0,4269E-05X ²					234	
20:4 n6 (araquidônico)	Y = 2,006 + 0,0121X - 0,2396E-04X ²					253	

EPM = Erro-padrão da média; CLA = ácido linoleico conjugado; AGS = ácido graxo saturado; AGMI = ácido graxo monoinsaturado; AGPI = ácido graxo poli-insaturado; NS = não significativo; *mg de vitamina E/kg MS.

Não houve efeito das dietas para as concentrações de ácidos graxos ômega 3 (n3), ômega 6 (n6) e razão n6:n3 na carne das cabritas (Tabela 4). Valores na razão n6:n3 dentro da faixa de 5:1 a 10:1 são considerados como favoráveis à nutrição humana (WHO e FAO, 1995). Embora não tenha ocorrido diferenças significativas nas razões n6:n3 entre os tratamentos, observa-se que as inclusões com 150 e 450 mg de vitamina E/kg MS apresentaram na carne dos animais valores de n6:n3 dentro da faixa recomendada como adequada por WHO e FAO (1995).

A alta quantidade de ácido oleico (18:1n9) possui participação benéfica no metabolismo dos ácidos graxos ingeridos, uma vez que este tem efeito sobre a redução do acúmulo de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e eleva a proporção de lipoproteínas de alta densidade (HDL) (Rhee, 1992). Apesar da elevada participação do ácido graxo saturado esteárico (18:0) no perfil lipídico total da carne de cabritos, estes não possuem efeito prejudicial para o consumo humano, pois, de acordo com Oda et al. (2004), após o seu consumo, o ácido esteárico é rapidamente convertido em ácido oleico pelo organismo, o qual possui efeitos benéficos, reduzindo os níveis de colesterol LDL.

A concentração de ácidos graxos demonstrou efeito da inclusão de vitamina E na dieta dos animais, sobre as quantidades de ácidos graxos mirístico, palmitoleico, ácido linoleico conjugado e araquidônico (Tabela 4).

Houve efeito quadrático para a concentração do ácido graxo saturado mirístico (14:0), o qual demonstrou redução na sua proporção até o ponto de mínima de 252 mg de inclusão de vitamina E na dieta. Segundo Moloney et al. (2012), o ácido mirístico pode aumentar a síntese de colesterol e favorecer o acúmulo de LDL, o que representa fator de risco para o aparecimento de doenças cardiovasculares em humanos. Portanto, a redução na participação deste ácido graxo na concentração lipídica da carne de caprinos é desejável do ponto de vista nutricional para humanos.

Para o ácido graxo palmitoleico, foi observado efeito linear negativo na sua concentração na carne de animais suplementados com vitamina E na dieta, o qual apresentou redução de 0,0016 g/100 g de gordura total para cada mg de vitamina E adicionada na dieta. Embora tenha ocorrido redução na participação do ácido graxo palmitoleico, Scollan et al. (2006) relataram que os ácidos graxos monoinsaturados não possuem efeito sobre o teor de colesterol no sangue de humanos que consomem alimentos contendo estes ácidos graxos.

Observou-se efeito quadrático para o ácido linoleico conjugado (CLA), onde ocorre aumento na sua participação na concentração de ácidos graxos até o ponto de

máxima inclusão de 234 mg de vitamina E na dieta. E ainda, para o ácido graxo poli-insaturado araquidônico (20:4n6), houve efeito quadrático com aumento na sua quantidade até o ponto de máxima de 253 mg de inclusão de vitamina E na dieta.

Ao observar os efeitos da inclusão da vitamina E sobre a concentração dos ácidos graxos na carne dos animais suplementados com vitamina E, notou-se que a redução do ácido graxo saturado mirístico, e os aumentos nas concentrações de ácido linoleico conjugado e ácido araquidônico possuem ponto de mínima (mirístico) e pontos de máxima (CLA e araquidônico) muito próximos entre si, variando entre 234 a 253 mg de inclusão de vitamina E na dieta. Neste contexto, observa-se a redução na participação do ácido graxo saturado e aumento na concentração dos ácidos graxos CLA e araquidônico, cujas maximizações nas participações destes últimos são desejáveis para a saúde humana (Enser, 2000).

As inclusões de vitamina E na dieta das cabritas apresentaram efeito sobre a oxidação lipídica na carne nos dias 0, 3, 7 e 14 de varejo simulado, e sobre a concentração de α -tocoferol no músculo *Longissimus dorsi* (Tabela 5).

Tabela 5. Concentração de malonaldeído e de α -tocoferol do músculo *Longissimus dorsi* de cabritas $\frac{1}{2}$ Boer-Saanen em função dos níveis de vitamina E na dieta

Parâmetros	Níveis de dl- α -tocoferol acetato				EPM	<i>p</i> -valor	
	0	50	150	450		Linear	Quadrático
mg Malonaldeídos/kg carne							
Dia 0	0,64	0,48	0,24	0,25	0,044	<0,001	<0,001
Dia 3	2,91	2,05	0,92	0,83	0,269	0,001	0,007
Dia 7	4,44	3,76	1,56	1,58	0,405	0,002	0,011
Dia 14	6,02	4,47	2,67	2,67	0,518	0,008	0,024
μ g α -tocoferol/g carne							
α -tocoferol	1,17	1,90	2,67	4,12	0,355	<0,001	Ns
Equação de regressão estimada						Ponto de inflexão*	
Dia 0	Y = 0,6461 – 0,0036X + 0,6030E-05X ²					299	
Dia 3	Y = 2,896 – 0,0176X + 0,2901E-04X ²					303	
Dia 7	Y = 4,605 – 0,0256X + 0,4187E-04X ²					306	
Dia 14	Y = 5,964 – 0,0298X + 0,5003E-04X ²					298	
α -tocoferol	Y = 1,469 + 0,0062X					-	

EPM = Erro-padrão da média; NS = Não significativo; * mg de vitamina E/kg MS.

Houve efeito quadrático para todos os dias analisados, com redução na quantidade de malonaldeído (MDA) na carne até os pontos de mínimas inclusões de vitamina E de 299, 303, 306 e 298 mg, respectivamente. Com a derivação das equações quadráticas de regressão, observou-se que os pontos de inflexões que determinam a inclusão de vitamina E em que ocorre a mínima oxidação em cada um dos dias de

varejo simulado (0 a 14) da carne das cabritas, ficaram próxima entre si com pequenas variações na inclusão de vitamina E na dieta.

Campo et al. (2006), em trabalho que avalia os níveis de MDA que podem ser perceptíveis por consumidores como indícios de oxidação lipídica da carne, observaram que para carne vermelha, níveis acima de 2 mg MDA/kg de carne são indesejáveis, uma vez que são relatados pelos consumidores como perceptíveis ao paladar indicando sabor rançoso.

No presente trabalho, observou-se que nos tratamentos com inclusão de 0 e 50 mg de vitamina E/kg MS aos três dias de varejo simulado, as carnes já apresentavam níveis de MDA acima do indicado por Campo et al. (2006), como nível máximo de MDA aceitável pelo paladar de consumidores. Aos sete dias de varejo, simulado os tratamentos com inclusão de 150 e 450 mg de vitamina E/kg MS, ainda apresentavam efetividade no retardamento da oxidação lipídica, apresentando valores abaixo de 2,0 mg MDA/kg de carne. Foi observado também que aos 14 dias de varejo simulado, todos os tratamentos exacerbaram o limite máximo de 2 mg MDA/kg de carne, indicando que as carnes não estavam adequadas para o consumo. No entanto, Karami et al. (2011) reportam redução na oxidação lipídica na carne de cabritos Kacang suplementados com dietas contendo 400 mg de vitamina E/kg MS, armazenadas durante 14 dias, com valores entre 1,0 e 1,2 mg MDA/kg, enquanto a dieta controle apresentou valores próximos a 1,6 mg MDA/kg.

A avaliação da concentração do α -tocoferol presente no tecido muscular (Tabela 5) demonstrou que houve aumento linear da deposição na carne de acordo com os tratamentos. Kasapidou et al. (2012) também observaram aumento na concentração de α -tocoferol no músculo *Semimenbranosus* de cordeiros, com valores de 0,73; 1,11; 1,52; 2,55 e 3,73 μ g de α -tocoferol/g de carne, para dietas à base de concentrado e inclusões de 30; 60; 120; 250 ou 500 mg de vitamina E na dieta. Os valores da concentração de α -tocoferol obtidos por Kasapidou et al. (2012) foram menores que os observados, embora as quantidades de vitamina E utilizadas na suplementação tenham sido próximas, provavelmente as maiores concentrações de α -tocoferol obtidas podem ser relacionadas à espécie animal e pelo diferente músculo utilizado na avaliação (*Longissimus dorsi*).

Conclusão

Recomenda-se a inclusão entre 215 a 253 mg de vitamina E na dieta de cabritas ½ Boer-Saanen, que influencia na qualidade da carne dos animais, apresentando adequada composição química, melhora no perfil de ácidos graxos e redução da oxidação lipídica pelo aumento da quantidade de vitamina E na carne.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Edital Universal MCT/CNPq 14/2013, pelo apoio financeiro .

A DSM do Brasil, pela doação da Vitamina E utilizada na suplementação vitamínica dos animais.

Referências bibliográficas

- Association of Official Analytical Chemistry 1998. Official Methods of Analysis. 16th edition. AOAC, Arlington, VA, USA.
- Arboitte, M.Z., Restle, J., Alves Filho, D.C., Brondani, I.L., Pacheco, P.S., Menezes, L.F.G. e Perottoni, J., 2004. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos 5/8 Nelore – 3/8 charolês terminados em confinamento e abatidos em diferentes estádios de maturidade. Revista Brasileira de Zootecnia, 33, 959--968.
- Bligh, E.G. e Dyer, W.J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal Biochemistry, 37, 911--917.
- Brasil., 2000. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA. Instrução normativa n. 3, de 17 de janeiro de 2000. Aprova o regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. Diário Oficial da União, Brasília, 24 jan. 2000. Seção 1.
- Buckley, D.J., Morrissey, P.A. e Gray, J.I., 1995. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. Journal of Animal Science, 73, 3122--3130.
- Campo, M.M., Nute, G.R., Hughes, S.I., Enser, M., Wood, J.D. e Richardson, R.I., 2006. Flavour perception of oxidation in beef. Meat Science. 72, 303--311.
- Colomer-Rocher, F., Kirton, A. H., Merces, G.J.K. e Duganzich, D.M., 1992. Carcass composition of New Zealand Saanen goats slaughtered at different weights. Small Ruminant Research, 7, 161--173.
- Coronado, S.A., Trout, G.R., Dunshea, F.R. e Shah, N.P., 2002. Antioxidant effects of rosemary extract and whey powder on the oxidative stability of wiener sausages during 10 months frozen storage. Meat Science, 62, 217--224.

Enser, M., 2000. Producing meat for healthy eating. In: Proceedings of 46th International Congress Meat Science & Technology, 124--129.

Font-i-Furnols, M. e Guerrero, L., 2014. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat Science*, 98, 361--371.

Freitas, H.S., Alcalde, C.R., Lima, L.S., Macedo, F.A.F., Macedo, V.P. e Molina, B.S.L., 2011. Quantitative characteristics of carcass and meat quality of $\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ Saanen and Saanen goat kids fed diets with dry yeast. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 630--638.

Grande, P.A., Alcalde, C.R., Lima, L.S., Ayer, I.M., Macedo, F.A.F. e Matsushita, M., 2009. Características quantitativas da carcaça e qualitativas do músculo *Longissimus dorsi* de cabritos $\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ Saanen confinados recebendo rações contendo grãos de oleaginosas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 1104--1113.

Grande, P.A., Alcalde, C.R., Lima, L.S., Macedo, V.P., Macedo, F.A.F e Matsushita, M., 2011. Avaliação da carcaça de cabritos Saanen alimentados com dietas com grãos de oleaginosas. *Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 63, 721--728.

Gray, J.L., Gomaa, E.A. e Buckley, D.J., 1996. Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Science*, 43, S111--S123.

Husain, M.H., Murray, P.J. e Taylor, D.G., 2000. Meat quality of first and second cross capretto goat carcasses. *Asian-Australian Journal Animal Science*, 13 (suppl B), 174--177.

International Organization for Standardization – ISO, 1978. Animal and vegetable fats and oils - Preparation of methyl esters of fatty acids (Method ISO 5509). Geneve: ISO, 1--6.

Juárez, M., Dugan, M.E.R., Aldai, N., Basarab, J.A., Baron, V.S., McAllister, T.A. e Aalhus, J.L., 2012. Beef quality attributes as affected by increasing the intramuscular levels of vitamin E and omega-3 fatty acids. *Meat Science*, 90, 764--769.

Karami, M., Alimon, A.R., Sazili, A.Q., Goh, Y.M. e Ivan, M., 2011. Effects of dietary antioxidants on the quality, fatty acid profile, and lipid oxidation of longissimus muscle in Kacang goat with aging time. *Meat Science*, 88, 102--108.

Kasapidou, E., Wood, J.D., Richardson, R.I., Sinclair, L.A., Wilkinson, R.G. e Enser, M., 2012. Effect of vitamin E supplementation and diet on fatty acid composition and on meat colour and lipid oxidation of lamb leg steaks displayed in modified atmosphere packs. *Meat Science*, 90, 908--916.

Lawrie, R.A., 2006. *Lawrie's Meat Science*, 7th edition. Cambridge, England, (Woodhead Publishing Ltd.).

Leick, C.M., Behrends, J.M., Solaiman, S.G., Broadway, P.R., Min, B.R., Mikel, W.B., Williams, J.B. e Schilling, M.W., 2012. Sensory properties and instrumental texture analysis of chevon patties from intact male Boer and Kiko goats harvested at four endpoints. *Meat Science*, 91, 215--222.

Liu, Q., Scheller, K.K. e Schaefer, D.M., 1996. Technical note: A simplified procedure for vitamin E determination in beef muscle. *Journal of Animal Science*, 74, 2406--2410.

López-Bote, C.J., Daza, A., Soares, M. e Berges, E., 2001. Dose response effect of dietary vitamin E concentration on meat quality characteristics in light-weight lambs. *Animal Science*, 73, 451--457.

Luciano, G., Monahan, F.J., Vasta, V., Pennisi, P., Bella, M. e Priolo, A., 2009. Lipid and colour stability of meat from lambs fed fresh herbage or concentrate. *Meat Science*, 82, 193--199.

Macit, M., Aksakal, V., Emsen, E., Esenbuga, N., e Aksu, M.I., 2003. Effects of vitamin E supplementation on fattening performance, noncarcass components and retail cut percentages, and meat quality traits of Awassi lambs. *Meat Science*, 64, 1--6.

Madruga, M.S., 2004. Qualidade química, sensorial e aromática da carne caprina: verdades e mitos. In: Encontro Nacional para o Desenvolvimento da Espécie Caprina, 8., 2004, Botucatu. Anais... São Paulo: Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 215--234.

Madruga, M.S., Souza, W.H., Rosales, M.D., Cunha, M.G.G. e Ramos, J.L.F., 2005. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34, 309--315.

Maiorano, G., Cavone, C., McCormick, R.J., Ciarlariello, A., Gambacorta, M. e Manchisi, A., 2007. The effect of dietary energy and vitamin E administration on performance and intramuscular collagen properties of lambs. *Meat Science* 76, 182--188.

Mancini, R.A. e Hunt, M.C., 2005. Current research in meat color. *Meat Science*, 71, 100--121.

Mertens, D.R., 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC International*, 85, 1217--1240.

McBride, N.T.M., Hogan, S.A. e Kerry, J.P., 2006. Comparative addition of rosemary extract and additives on sensory and antioxidant properties of retail packaged beef. *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 1201--1207.

McCay, P.B. e King, M.M., 1980. Biochemical function, section I. Vitamin E: its role as a biologic free radical scavenger and its relationship on the microsomal mixed function oxidase system. L. Machlin (Ed.), *Vitamin E: A Comprehensive Treatise*, Marcel Dekker, New York.

McMillin, K.W., 2010. Meat production and quality. In: Solaiman, S.G. (Ed.). Goat Science and Production. 1st edition (Wiley-Blackwell), 255--274.

Miller, M.F., Carr, M.A., Ramsey, C.B., Crockett, K.L. e Hoover, L.C., 2001. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *Journal of animal Science*, 79, 3062--3068.

Mitsumoto, M., Arnold, R.N., Schaefer, D.M., e Cassens, R.G., 1995. Dietary vitamin E supplementation shifted weight loss from drip to cooking loss in fresh beef *longissimus* during display. *Journal of Animal Science*, 73, 2289--2294.

Mitsumoto, M., Ozawa, S., Mitsunashi, T. e Koide, K., 1998. Effect of dietary vitamin E supplementation for one week before slaughter on drip, color and lipid stability during display in Japanese black steer beef. *Meat Science*, 49, 165--174.

Monte, A.L.S., Selaive-Villaruel, A.B., Garruti, D.S., Zapata, J.F.F. e Borges, A.S., 2007. Parâmetros físicos e sensoriais de qualidade da carne de cabritos mestiços de diferentes grupos genéticos. *Ciência e tecnologia de alimentos*, 27, 233--238.

Moloney, A.P., Kennedy, C., Noci, F., Monahan, F.J. e Kerry, J.P., 2012. Lipid and colour stability of *M. longissimus* muscle from lambs fed camelina or linseed as oil or seeds. *Meat Science*, 92, 1--7.

Moore, M.V., Gray, G.D., Hales, D.S., Kerth, C.R., Griffin, D.B., Savell, J.W., Raines, C.R., Belk, K.E., Woerner, D.R., Tatum, J.D., Igo, J.L., VanOverbeke, D.L., Mafi, G.G., Lawrence, T.E., Delmore Jr, R.J., Christensen, L.M., Shackelford, I.S.D., King, D.A., Wheeler, T.L., Meadows, L.R. e O'Connor, M.E., 2012. National Beef Quality Audit--2011: In-plant survey of targeted carcass characteristics related to quality, quantity, value, and marketing of fed steers and heifers. *Journal of Animal Science*, 90, 5143--5151.

National Research Council, 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. National Academy Press. Washington, DC, USA.

Oda, S.H.I., Bressan, M.C., Cardoso, M.G., Freitas, R.T.F., Miguel, G.Z., Faria, P.B., Vieira, J.O., Pisa, A.C. e Savian, T.C., 2004. Efeitos dos métodos de abate e sexo na composição centesimal, perfil de ácidos graxos e colesterol da carne de capivaras. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 24, 236--242.

Ordóñez, J.A., 2005. Tecnologia de alimentos – Alimentos de origem animal. v.2. Artmed. Porto Alegre.

Osório, M.T.M. e Osório, J.C.S., 2000. Condições de abate e qualidade de carne. In: Embrapa. (ed) Curso de qualidade de carne e dos produtos cárneos. Bagé/RS: Embrapa, 2000, 4, 77--128.

Raharjo, S., Sofos, J.N. e Schmidt, G.R., 1992. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 2182--2185.

Resconi, V., 2007. The effect of diet on vitamin E concentration, colour shelf life and lipid oxidation during simulated retail display in beef steaks from different production systems. Tesis Máster. Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza-España.

Rhee, K.S., 1992. Fatty acids in meats and meat products. In: Chow, C.K. (Ed.). Fatty acids in foods and their health implications. Marcel Dekker. New York, 65--93.

Rosa, G.T., Pires, C.C. e Silva, J.H.S., 2005. Crescimento alométrico de osso, músculo e gordura em cortes da carcaça de cordeiros Texel segundo os métodos de alimentação e peso de abate. *Ciência Rural*, 35, 870--876.

SAS Institute Inc. 2001. SAS/STAT User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Scollan, N., Hocquette, J.F., Nuernberg, K., Dannernberger, D., Richardson, I. e Moloney, A., 2006. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science*. 74, 17--33.

Simela, L., Webb, E.C. e Frylinck, L., 2004. Effect of sex, age, and pre-slaughter conditioning on pH, temperature, tenderness properties and colour of indigenous South African goats. *South African Journal of Animal Science*. 34, 208--211.

Slater, T.F., Cheeseman, K.H., Davies, M.J., Proudfoot, K., e Xin, W., 1987. Free radical mechanism in relation to tissue injury. *Proceedings of the Nutrition Society*, 46, 1--12.

Sniffen, C.J.; O'Connor, J.D.; Van Soest, P.J., Fox, D.G. e Russel, J.B., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, 70, 3562--3577.

Storey, K.B., 1996. Oxidative stress: animal adaptations in nature. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 29, 1715--1733.

Swan, J.E., Esguerra, C.M. e Farouk, M.M., 1998. Some physical, chemical and sensory properties of chevon products from three New Zealand breeds. *Small Ruminant Research*, 28, 273--280.

Webb, E.C., Casey, N. e Simela, L., 2005. Goat meat quality. *Small Ruminant Research*, 60, 153--166.

Wheeler, T.L., Schackelford, S.D. e Koohmarie, M., 2007. Beef *longissimus* slice shear force measurement among steack locations and institutions. *Journal Animal Science*, 85, 2283--2289

Wood, J.D., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E., Sheard, P.R. e Enser, M., 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66, 21--32.

World Health Organization – WHO e Food and Agriculture Organization – FAO, 1995. Joint Consultation. Fats and oils in human nutrition. *Nutrition Reviews*, 53, 202--205.

V – Crescimento alométrico dos cortes e tecidos em carcaças de cabritas ½ Boer-Saanen suplementadas com níveis de vitamina E na dieta¹

¹Elaborado segundo normas da revista Tropical Animal Health and Production

Resumo - O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento alométrico dos cortes comerciais e dos tecidos histológicos de cabritas ½ Boer-Saanen, recebendo rações com vitamina E. Foram utilizadas 20 cabritas, confinadas com idade média de $121,6 \pm 4,3$ dias e peso corporal médio inicial de $20,2 \pm 1,3$ kg, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em quatro tratamentos sendo o controle sem inclusão de vitamina E, e os demais contendo com inclusões de 50, 150 e 450 mg de dl- α -tocoferol acetato/kg MS. As dietas ajustadas foram fornecidas na proporção de 3,5% do peso corporal dos animais para ganho de peso de 0,15 kg por dia, os animais receberam a dieta até atingir peso corporal médio de 32 kg. Após o abate, e obtenção da carcaça, estas foram divididas longitudinalmente, pesadas e a metade esquerda seccionada em cinco regiões anatômicas, sendo: pescoço, paleta, costilhar, lombo e perna. Para avaliação do crescimento alométrico dos cortes e dos tecidos, os cortes paleta, lombo e perna foram dissecados e separados nos seguintes grupos teciduais: gordura total, músculos e ossos, utilizando a equação alométrica $Y = \alpha X^\beta$, linearizada por transformação logarítmica pelo modelo $\ln Y = \ln \alpha + \beta \ln X$. Os cortes pescoço e paleta apresentaram crescimento tardio nos animais que não receberam suplementação de vitamina E, e crescimento isogônico ($\beta = 1$) nos tratamentos em que os animais foram suplementados. Os cortes costilhar e lombo apresentaram crescimento tardio para as inclusões 50 e 450 mg de vitamina. A perna apresentou crescimento precoce para os animais que receberam suplementação de 150 e 450 mg de vitamina E/kg MS. Os cortes apresentaram desenvolvimento diferenciado nas taxas de crescimento dos tecidos, sendo que a perna obteve crescimento precoce do tecido muscular para a inclusão de 450 mg de vitamina E na dieta. A inclusão de vitamina E na dieta apresentou resultados satisfatórios sobre o desenvolvimento dos cortes comerciais e do tecido muscular dos principais cortes comerciais da carcaça caprina.

Palavras-chave: Alfa-tocoferol, caprinos, composição tecidual, músculo, perna

Introdução

As proporções e o crescimento dos tecidos que compõem a carcaça são aspectos importantes no processo de produção de carne e o conhecimento dos mesmos orienta na

produção de caprinos, cujos pesos de abate resultam em carcaças com maiores quantidades de músculo e adequada distribuição de gordura.

A curva de crescimento dos animais geralmente é influenciada por fatores como raça, sexo, manejo alimentar, idade, maturidade e peso (Eneyew et al., 2004). O conhecimento do ritmo de crescimento dos constituintes corporal, do ponto de vista econômico, pode possibilitar a determinação, com maior precisão, do peso ótimo de abate, viabilizando a máxima valorização do produto (Colomer-Rocher et al., 1988; Silva et al., 2000)

De acordo com Prud'hon (1976), se todos os tecidos e órgãos se desenvolvessem à mesma velocidade relativa que o conjunto do corpo, e se cada quilograma de ganho de peso tivesse a mesma composição, o conhecimento do ganho médio diário seria suficiente para se caracterizar o crescimento e definir a qualidade da carcaça. No entanto, o crescimento dos tecidos, órgãos e unidades anatômicas não ocorre na mesma velocidade. Dessa maneira, o crescimento das partes constituintes dos animais pelo seu desenvolvimento, pode ser quantificado utilizando-se equações para determinação do crescimento alométrico, sendo a mais utilizada a equação de Huxley (1932).

O desenvolvimento do animal e/ou dos cortes de importância econômica pode ser descrito pelo coeficiente de alometria. A alometria explica parte das diferenças quantitativas produzidas entre animais, passando a ser uma forma eficaz para o estudo de suas carcaças (Hashimoto et al., 2012).

A caprinocultura no Brasil se caracteriza principalmente pela produção leiteira, oriunda de raças de aptidão mista e/ou leiteira, sendo a principal raça produtora de leite utilizada a Saanen. Raças caprinas leiteiras como a Saanen possuem menor velocidade de crescimento, quando comparadas às raças especializadas para produção de carne. O cruzamento de rebanhos leiteiros, com raças de produção de carne, como a Boer, tem propiciado a manutenção da produção leiteira e a obtenção de animais nascidos dos rebanhos leiteiros com maior velocidade de crescimento e melhor conformação e composição da carcaça, favorecendo a produção de carne caprina (Hashimoto et al., 2007; Grande et al., 2009; Freitas et al., 2011).

Além da utilização de estratégias como o cruzamento para elevar a velocidade de crescimento de animais oriundos de rebanhos leiteiros para a produção de carne, é de grande importância otimizar o desempenho produtivo dos animais por meio do adequado balanço nutricional da dieta fornecida, otimizando-se o ganho de peso, encurtando a idade de abate e gerando maiores lucros em um menor espaço de tempo.

A suplementação das dietas de animais com vitamina E, reconhecida como um nutriente essencial para todos os animais, embora sua função mais importante seja na atuação antioxidante intercelular, tem sido demonstrada como importante para a integridade do desenvolvimento muscular, onde se observa que sua deficiência na dieta pode acarretar distrofia muscular nutricional, a doença do músculo branco, em ruminantes jovens (McDowell, 2000).

A vitamina E não é sintetizada pelo animal, sendo necessário um suprimento dietético regular a fim de auxiliar no adequado desenvolvimento muscular (McDowell, 2000; Combs, 2008). Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o crescimento alométrico dos cortes comerciais e dos tecidos muscular, adiposo e ósseo dos principais cortes comerciais de cabritas ½ Boer-Saanen suplementadas com níveis de vitamina E na dieta.

Material e métodos

O experimento foi realizado na Universidade Estadual de Maringá (UEM), conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi – Setor de Caprinocultura. Foram distribuídas 20 cabritas ½ Boer-Saanen, com idade média de $121,6 \pm 4,3$ dias e peso corporal médio inicial de $20,2 \pm 1,3$ kg, em delineamento inteiramente casualizado em quatro tratamentos, sendo o controle sem inclusão de vitamina E, e os demais contendo 50, 150 e 450 mg de dl- α -tocoferol acetato/kg MS. As dietas foram ajustadas de acordo com as recomendações do NRC (2007), para ganho diário de 0,15 kg de peso corporal para cabritos em fase de crescimento. As rações apresentavam proporção volumoso:concentrado de 30:70, e foram peletizadas para evitar seleção e desperdício.

A vitamina E foi adicionada à ração como dl- α -tocoferol acetato (ROVIMIX[®] E-50 Adsorbate). Os ingredientes e a composição química (g/kg) das dietas experimentais são apresentados na Tabela 1.

A alimentação aos animais foi oferecida pela manhã (8h), na proporção de 3,5% de matéria seca em relação ao peso corporal, de maneira que proporcionasse sobras de 10%. Os animais foram pesados no início do experimento e a cada 14 dias, para ajuste da dieta e para acompanhar o peso corporal até atingir peso final de aproximadamente 32 kg. As cabritas foram confinadas em instalação suspensa com piso ripado, em baias individuais equipadas com comedouros e bebedouros.

Tabela 1. Composição em grama/kg de matéria seca e químico-bromatológica das rações experimentais

Item	Dietas (mg dl- α -tocoferol acetato/kg de MS)			
	0	50	150	450
Feno de aveia	300,00	300,00	300,00	300,00
Milho moído	498,30	498,30	498,30	498,30
Farelo de soja	141,71	141,71	141,71	141,71
Sal comum	17,63	17,63	17,63	17,63
Cloreto de amônio	10,00	10,00	10,00	10,00
Suplemento mineral ¹	32,35	32,34	32,33	32,30
DI- α -tocoferol acetato	0,00	0,005	0,015	0,045
Matéria seca ²	894,84	890,54	892,50	892,12
Matéria orgânica	917,74	912,88	916,23	918,08
Proteína bruta	147,06	144,73	154,72	150,14
Extrato etéreo	10,52	14,98	10,90	13,39
Carboidratos totais	760,16	753,17	750,61	754,54
Carboidratos não fibrosos	207,22	194,12	218,50	221,26
Fibra em detergente neutro	552,94	559,04	532,17	533,27
Fibra em detergente ácido	133,97	142,22	136,53	151,97

¹Produto formulado sem inclusão de vitamina E, composição química (por kg do produto): cálcio 240 g; fósforo 71 g; flúor-710 mg (máx); magnésio 20 g; potássio 28,20 g; ferro 2.500 mg; cobre 400 mg; manganês 1.350 mg; zinco 1.700 mg; cobalto 30 mg; iodo 40 mg; selênio 15 mg; cromo 10 mg; vit. A 135.000 UI; vit. D3 68.000UI. ² (g/kg de matéria natural).

As cabritas foram abatidas em abatedouro pertencente à Universidade Estadual de Maringá (Maringá, Paraná, Brasil), sob inspeção sanitária municipal, de acordo com regulamento técnico de abate humanitário do Brasil Instrução Normativa Nº 3 de 2000 (Brasil, 2000).

Quando os animais atingiram peso corporal de $31,9 \pm 3,9$ kg, foram submetidos a jejum de sólidos (16 h) e, em seguida, foram insensibilizados com uso de descarga elétrica de 220 volts por 8 segundos, seguido pela secção das veias jugulares e artérias carótidas, esfola e retirada dos órgãos internos. Após a evisceração, a carcaça foi obtida pela separação das patas na articulação carpo metacarpiana e tarso metatarsiana e a ablação da cabeça na articulação atlanto-occipital. Posteriormente, as carcaças foram transferidas para câmara fria, permanecendo por 24 h com temperatura de 5°C, penduradas pelos tendões em ganchos mantendo as articulações tarso metatarsianos a uma distância de 17 cm.

Após a refrigeração, as carcaças foram pesadas, obtendo o peso da carcaça fria (PCF). Posteriormente, as carcaças foram divididas longitudinalmente, pesadas, e a metade esquerda seccionada em cinco regiões anatômicas (Figura 1). As peças foram pesadas individualmente, sendo: pescoço, entre a quinta e sexta vértebra cervical; paleta, em que foi desarticulada a escápula liberando a peça da carcaça; costilhar, entre

a 1^a e 13^a vértebra torácica; lombo, entre a primeira e sexta vértebras lombares, e perna, entre a última vértebra lombar e a primeira vértebra sacra, segundo adaptações das metodologias de Colomer-Rocher et al. (1987) e Osório et al. (1998).

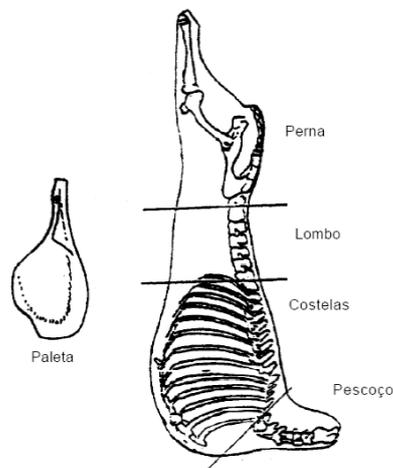


Figura 1. Divisões anatômicas da meia carcaça esquerda para obtenção dos cortes comerciais (Adatado de Colomer-Rocher et al. 1987 e Osório et al. 1998).

Para a avaliação do crescimento alométrico dos cortes e dos tecidos, os cortes paleta, lombo e perna foram dissecados e separados nos seguintes grupos teciduais: gordura total, músculos e ossos. Foi utilizada a equação alométrica $Y = \alpha X^\beta$, linearizada por transformação logarítmica pelo modelo $\ln Y = \ln \alpha + \beta \ln X$, descrito por Huxley (1932), em que: Y = peso dos componentes regionais ou componentes teciduais; X = peso da meia carcaça ou peso dos cortes; α = intersecção do logaritmo da regressão linear sobre Y e β ; β = coeficiente de crescimento de alometria.

As análises para obtenção dos coeficientes alométricos foram realizadas por meio do procedimento Reg SAS (Statistical Analysis System).

Para verificação da hipótese (H_0) $\beta=1$, adotou-se o teste t . Quando $\beta=1$ o crescimento é dito isogônico, ou seja, a parte cresce na mesma velocidade do todo e quando $\beta \neq 1$ o crescimento é dito heterogônico, ou seja, a parte cresce diferente do todo, sendo precoce se $\beta < 1$ e tardio se $\beta > 1$.

Resultados e discussão

O corte do pesçoço e da paleta apresentou crescimento isogônico nas dietas suplementadas com vitamina E de 50, 150 e 450 mg/kg MS (Tabela 2), ou seja, estes cortes apresentaram velocidade de crescimento intermediária, com o mesmo ritmo de crescimento da meia carcaça como um todo. No entanto, para o tratamento controle

(sem vitamina E), estes cortes demonstraram crescimento tardio em relação à meia carcaça. Os dados observados corroboram com Yáñez et al. (2009), que relataram crescimento isogônico ($\beta=1$) para os cortes do pescoço e da paleta em relação ao peso do corpo vazio em cabritos Saanen abatidos entre 5 e 35 kg de peso corporal. Entretanto, Colomer-Rocher et al. (1992) e Teixeira et al. (1995) observaram crescimento precoce para paleta de cabritos Saanen e Serrana, respectivamente, e atribuíram estes resultados pela tendência de desenvolvimento precoce dos ossos longos presente na paleta.

Tabela 2. Coeficientes de alometria (β) dos cortes comerciais da carcaça de cabritas ½ Boer-Saanen suplementadas com vitamina E na dieta em relação à meia carcaça

<i>Corte</i>	<i>NVE</i>	α	β	$\pm EP$	$\beta \neq 1$	R^2
Pescoço	0	-2,020	1,915	0,159	Tardio	0,907
	50	-1,060	0,796	0,303	Ns	0,315
	150	-1,018	0,713	0,372	Ns	0,197
	450	-0,965	0,637	0,346	Ns	0,145
Paleta	0	-1,352	1,845	0,123	Tardio	0,918
	50	-0,123	0,360	0,086	Ns	0,537
	150	-0,407	0,703	0,139	Ns	0,628
	450	0,024	0,181	0,089	Ns	0,217
Costilhar	0	-0,647	1,126	0,124	Ns	0,806
	50	-1,006	1,583	0,126	Tardio	0,913
	150	-0,800	1,313	0,161	Ns	0,816
	450	-1,120	1,684	0,109	Tardio	0,941
Lombo	0	-1,195	1,330	0,185	Ns	0,721
	50	-1,061	1,214	0,084	Tardio	0,933
	150	-1,166	1,314	0,307	Ns	0,550
	450	-2,182	2,518	0,291	Tardio	0,833
Perna	0	-0,398	0,826	0,089	Ns	0,852
	50	-0,406	0,872	0,094	Ns	0,853
	150	0,190	0,162	0,060	Precoce	0,268
	450	0,088	0,297	0,120	Precoce	0,291

NVE = níveis de vitamina E; α = intercepto; β = coeficiente de alometria; $\pm EP$ = erro-padrão de b; NS = não significativo ($p < 0,05$); R^2 = Coeficiente de determinação.

O crescimento isogônico e tardio observado no desenvolvimento da paleta pode estar relacionado ao grau de sangue Boer presente nos animais. Caprinos da raça Boer possuem estatura mais compacta que animais de origem leiteira, podendo o cruzamento dos animais ter favorecido crescimento menos acelerado da paleta.

O crescimento isogônico ($\beta=1$) para os cortes pescoço e paleta, em relação ao desenvolvimento da carcaça nas dietas suplementadas com vitamina E, evidencia o

melhor aporte nutricional, configurando em melhor desenvolvimento destes cortes quando comparados aos cortes onde não houve inclusão de vitamina E. Embora Osório et al. (1995) reportem que a equação de alometria baseia-se que o desenvolvimento corporal se dá em função do peso corporal dos animais, Huxley (1932) e Reeve e Huxley (1947) descreveram que as relações alométrica podem também ser afetadas por condições como temperatura e nutrição, sendo que o crescimento dos diferentes cortes da carcaça também sofre influência da dieta fornecida aos animais ao longo de seu crescimento.

Para os cortes costilhar e lombo, os tratamentos sem inclusão de vitamina E e 150 mg de vitamina E/kg MS apresentaram crescimento intermediário ($\beta=1$) e os tratamentos com inclusões de 50 e 450 apresentaram crescimento tardio ($\beta>1$) destes cortes em relação à meia carcaça (Tabela 2). Pereira Filho et al. (2008), avaliando o crescimento alométrico dos cortes comerciais de cabritos $\frac{1}{2}$ Boer-Saanen abatidos entre 5 e 25 kg de peso corporal, observaram que o costilhar e o lombo possuem desenvolvimento tardio em relação ao peso do corpo vazio.

O desenvolvimento isogônico e tardio, apresentado pelos cortes costilhar e lombo, pode ser explicado pela localização anatômica destes cortes. De acordo com Lawrie (2005), o crescimento animal segue um modelo de desenvolvimento disto-proximal em que as extremidades distais são mais precoces, pois apresenta maior proporção do seu peso maduro antes do restante do corpo. Assim, cortes como costilhar e lombo tendem a ter desenvolvimento tardio em relação ao desenvolvimento do corpo do animal como um todo.

A perna apresentou crescimento intermediário nos tratamentos com inclusões de 0 e 50 mg de vitamina E/kg MS, porém, para as inclusões de 150 e 450 mg de vitamina E/kg MS o corte apresentou crescimento precoce em relação à meia carcaça. Colomer-Rocher et al. (1992), em pesquisa com caprinos Saanen abatidos com peso corporal entre 4,7 a 115 kg, constataram que a perna cresce mais rapidamente que o corpo dos animais como um todo. Este resultado é pela localização do corte, o qual está relacionado com os membros de locomoção, que necessitam se desenvolver mais precocemente em relação as demais partes constituintes do corpo.

O tecido muscular do corte paleta (Tabela 3) apresentou crescimento isogônico ($\beta=1$) em todos os tratamentos, demonstrando que possui crescimento simétrico ao crescimento da paleta como um todo. Entretanto, o tecido adiposo apresentou crescimento heterogônico positivo ($\beta>1$), ou seja, crescimento tardio, enquanto o tecido

ósseo apresentou crescimento precoce ($\beta < 1$), exceto para o tratamento com 50 mg de vitamina E/kg MS, o qual demonstrou crescimento simétrico ($\beta = 1$) do tecido em relação ao peso da paleta.

Tabela 3. Coeficientes de alometria (β) dos tecidos histológicos de cabritas $\frac{1}{2}$ Boer-Saanen suplementadas com vitamina E na dieta em relação ao corte paleta

<i>Tecido</i>	<i>NVE</i>	<i>A</i>	β	$\pm EP$	$\beta \neq 1$	R^2
Muscular	0	-0,219	1,019	0,029	Ns	0,984
	50	-0,220	1,023	0,090	Ns	0,896
	150	-0,211	1,010	0,067	Ns	0,939
	450	-0,196	0,894	0,057	Ns	0,943
Adiposo	0	-0,808	1,347	0,165	Tardio	0,768
	50	-0,936	1,915	0,392	Tardio	0,187
	150	-0,863	1,616	0,102	Tardio	0,944
	450	-1,130	3,220	0,641	Tardio	0,627
Ósseo	0	-0,688	0,557	0,044	Precoce	0,890
	50	-0,772	1,099	0,366	Ns	0,376
	150	-0,695	0,603	0,091	Precoce	0,745
	450	-0,355	-1,394	0,053	Precoce	0,314

NVE = níveis de vitamina E; α = intercepto; β = coeficiente de alometria; $\pm EP$ = erro-padrão de b ; NS = não significativo ($p < 0,05$); R^2 = Coeficiente de determinação.

Lourençon (2011), avaliando o crescimento alométrico dos tecidos do corte paleta de cabritos $\frac{1}{2}$ Boer-Alpino, abatidos com 25,59 kg de peso corporal, relatou desenvolvimento isométrico para todos os tecidos (muscular, adiposo e ósseo) em relação ao peso da paleta. Esta diferença observada entre o estudo de Lourençon (2011) e o presente estudo pode estar relacionada à diferença de peso de abate dos animais, e a diferente raça utilizada no cruzamento (Alpina).

Segundo Berg e Butterfield (1976), entre os tecidos: muscular, adiposo e ósseo, o tecido ósseo apresenta crescimento precoce perante os demais. O tecido adiposo é o último tecido a ser depositado. Desta forma, o crescimento tardio deste tecido está relacionado com sua velocidade de deposição na carcaça e a maior proporção de gordura na carcaça está ligada à idade de abate dos animais.

Assim como o crescimento do corte lombo em relação à meia carcaça demonstrado na Tabela 2, os componentes teciduais avaliados (muscular, adiposo e ósseo) para os tratamentos com 0 e 150 mg de vitamina E/kg MS seguiram o mesmo comportamento de crescimento que o corte como um todo, demonstrando crescimento isogônico ($\beta = 1$) para todos os tecidos constituintes avaliados em relação ao peso total do corte (Tabela 4).

Apesar do corte lombo em relação à meia carcaça apresentar crescimento tardio ($\beta > 1$) para o tratamento com 450 mg de vitamina E/kg MS, seus componentes teciduais apresentaram crescimento isogônico em relação ao desenvolvimento do corte.

Foi observado influência do nível de vitamina E no crescimento dos componentes teciduais do lombo das cabritas somente no tratamento com inclusão de 50 mg de vitamina E/kg MS, o qual apresentou crescimento precoce para o tecido muscular e crescimento tardio para os tecidos adiposo e ósseo.

Tabela 4. Coeficientes de alometria (β) dos tecidos histológicos de cabritas $\frac{1}{2}$ Boer-Saanen suplementadas com vitamina E na dieta em relação ao corte lombo

Tecido	NVE	α	β	$\pm EP$	$\beta \neq 1$	R^2
Muscular	0	-0,207	0,866	0,077	Ns	0,862
	50	-0,240	0,754	0,058	Precoce	0,920
	150	-0,220	0,905	0,162	Ns	0,676
	450	-0,207	1,064	0,045	Ns	0,974
Adiposo	0	-0,711	1,096	0,137	Ns	0,761
	50	-0,576	3,027	0,324	Tardio	0,854
	150	-0,736	1,077	0,252	Ns	0,548
	450	-0,732	1,035	0,153	Ns	0,553
Ósseo	0	-0,956	1,022	0,238	Ns	0,479
	50	-0,795	1,463	0,123	Tardio	0,905
	150	-0,882	1,302	0,488	Ns	0,322
	450	-0,913	0,994	0,408	Ns	0,283

NVE = níveis de vitamina E; α = intercepto; β = coeficiente de alometria; $\pm EP$ = erro-padrão de b; NS = não significativo ($p < 0,05$); R^2 = Coeficiente de determinação.

O corte lombo possui como principal músculo constituinte o músculo *Longissimus dorsi*. Segundo Yáñez et al. (2009), este músculo possui maturidade tardia. Dessa forma, o corte lombo é considerado como corte com desenvolvimento lento no corpo do animal, demonstrando em geral na literatura coeficiente de alometria $\beta > 1$ (Teixeira et al., 1995; Yáñez et al., 2009), assim os resultados observados ($\beta = 1$ para 0; 150 e 450 mg de vitamina E/kg MS e $\beta < 1$ para 50 mg de vitamina E/kg MS) representam um aspecto positivo para a produção caprina, os quais demonstram crescimento muscular satisfatório do corte.

Em relação aos coeficientes alométrico dos componentes teciduais da perna de cabritas $\frac{1}{2}$ Boer-Saanen em função do peso do corte perna (Tabela 5), observa-se crescimento isométrico para o tecido muscular, exceto para o tratamento com inclusão de 450 mg de vitamina E/kg MS, o qual apresentou crescimento precoce. No entanto, para o crescimento do tecido adiposo os tratamentos demonstraram crescimento tardio

em relação ao peso da perna, exceto no nível de inclusão de 150 mg de vitamina E, que demonstrou crescimento isométrico. O tecido ósseo apresentou crescimento isométrico para os tratamentos 0 e 150 mg de vitamina E/kg MS e crescimento precoce para 50 e 450 mg vitamina E/kg MS.

Tabela 5. Coeficientes de alometria (β) dos tecidos histológicos de cabritas $\frac{1}{2}$ Boer-Saanen suplementadas com vitamina E na dieta em relação ao corte perna

<i>Tecido</i>	<i>NVE</i>	α	β	$\pm EP$	$\beta \neq 1$	R^2
Muscular	0	-0,182	0,981	0,054	Ns	0,942
	50	-0,154	0,836	0,093	Ns	0,844
	150	-0,202	1,063	0,034	Ns	0,985
	450	-0,078	0,681	0,089	Precoce	0,796
Adiposo	0	-2,559	5,895	0,537	Tardio	0,858
	50	-1,575	3,258	0,458	Tardio	0,771
	150	-0,852	0,708	0,502	Ns	0,117
	450	-1,838	3,600	0,424	Tardio	0,828
Ósseo	0	-0,618	0,545	0,359	Ns	0,103
	50	-0,604	0,548	0,185	Precoce	0,368
	150	-0,662	0,684	0,180	Ns	0,490
	450	-0,481	0,187	0,282	Precoce	0,285

NVE = níveis de vitamina E; α = intercepto; β = coeficiente de alometria; $\pm EP$ = erro-padrão de b; NS = não significativo ($p < 0,05$); R^2 = Coeficiente de determinação; Ns = não significativo.

Mahgoub e Lodge (1996) avaliaram o crescimento de cabritos castrados e não castrados pesando ao abate 11, 18 ou 28 kg de peso corporal, e verificaram que o tecido muscular da perna cresceu na mesma proporção que o corpo.

Os resultados obtidos para o desenvolvimento dos tecidos da perna, em relação ao peso da perna, foram semelhantes aos observados por Pereira Filho et al. (2009), em cabritos $\frac{1}{2}$ Boer-Saanen abatidos entre 5 e 25 kg de peso corporal; estes autores relataram crescimento isométrico, heterogônico positivo e negativo para os crescimentos dos tecidos muscular, adiposo e ósseo, respectivamente.

O crescimento precoce do tecido muscular no corte perna com o nível de inclusão de 450 mg de vitamina E/kg MS pode estar relacionado com a importância da vitamina E na participação do desenvolvimento muscular, a qual tem sido relatada como essencial na integridade do desenvolvimento muscular (McDowell, 2000). O corte da perna representa o corte com maior proporção e com maior valor comercial agregado dentre os cortes de carcaças caprinas. Assim, o fornecimento de dietas que propicia seu adequado desenvolvimento e preconiza o desenvolvimento do principal tecido comestível, o músculo, é desejável para a obtenção de carcaças com qualidade superior e, conseqüentemente, um adequado retorno econômico do sistema de produção.

Conclusão

A inclusão de vitamina E na dieta de 150 e 450 mg de vitamina E/kg MS demonstra melhores respostas no crescimento alométrico da perna, bem como no desenvolvimento do tecido muscular no lombo e na perna.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Edital Universal MCT/CNPq 14/2013 pelo apoio financeiro .

A DSM do Brasil, pela doação da Vitamina E utilizada na suplementação dos animais.

Referências bibliográficas

Brasil., 2000. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA. Instrução normativa n. 3, de 17 de janeiro de 2000. Aprova o regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açogue. Diário Oficial da União, Brasília, 24 jan. 2000. Seção 1.

Berg, R.T. e Butterfield, R.M., 1976. New concepts of cattle growth. Sydney University, Sydney,

Colomer-Rocher, F.C., Morand-Fehr, P. e Kirton, A.H., 1987. Standard methods and procedures for goat carcass evaluation, jointing and tissue separation. Livestock Production Science, 17, 149--159.

Colomer-Rocher, F.C., Delta, R. e Sierra-Alfranca, I., 1988. Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos e cualitativos de las canales caprinas y ovinas. In: Método normalizado para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales, según los sistemas de producción. Cuad. INIA, 17, 19--41.

Colomer-Rocher, F.C., Kirton, A.H., Mercer, G.J. e Duganzich, D.M., 1992. Carcass composition of New Zealand Saanen goats slaughtered at different weights. Small Ruminant Research, 7, 161--173.

Combs, G.F., 2008. The vitamins: fundamental aspects in nutrition and health. 3ed. San Diego: Elsevier Academic Press.

Eneyew, E., Rottmann, O.J., Pirchner, F. e Rege, J.E.O., 2004. Growth and carcass composition of tropical fat-tailed Menz and Horro sheep breeds. Animal Science, 78, 245--252.

Freitas, H.S., Alcalde, C.R., Lima, L.S., Macedo, F.A.F., Macedo, V.P. e Molina, B.S.L., 2011. Quantitative characteristics of carcass and meat quality of $\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ Saanen and Saanen goat kids fed diets with dry yeast. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 630--638.

Grande, P.A., Alcalde, C.R., Lima, L.S., Ayer, I.M., Macedo, F.A.F. e Matsushita, M., 2009. Características quantitativas da carcaça e qualitativas do músculo *Longissimus dorsi* de cabritos $\frac{3}{4}$ Boer + $\frac{1}{4}$ Saanen confinados recebendo rações contendo grãos de oleaginosas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 1104--1113.

Hashimoto, J.H., Alcalde, C.R., Silva, K.T., Macedo, F.A.F., Mexia, A.A., Santello, G.A., Martins, E.N. e Matsushita, M., 2007. Características de carcaça e da carne de caprinos Boer x Saanen confinados recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 165--173.

Hashimoto, J.H., Osório, J.C.S., Osório, M.T.M., Bonacina, M.S., Lehmen, R.I. e Pedroso, C.E.S., 2012. Qualidade de carcaça, desenvolvimento regional e tecidual de cordeiros terminados em três sistemas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41, 438--448.

Huxley, J.S., 1932. Problems of relative growth. Cambridge University, Londres.

Lawrie, R.A. 2005. Fatores que influenciam o crescimento e desenvolvimento dos animais de corte. In: Lawrie, R.A. (Ed.) *Ciência da carne*. Artmed, Porto Alegre, 29--50.

Lourençon, R.V., 2011. Crescimento relativo dos cortes e tecidos da carcaça de caprinos de cinco grupos raciais terminados em pasto ou confinamento. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

Mahgoub, O. e Lodge, G.A., 1996. Growth and body composition in meat production in Omani Batina goats. *Small Ruminant Research*, 19, 233--246.

McDowell, L.R., 2000. Vitamins in animal and human nutrition. 2nd edition. (Iowa State University Press).

National Research Council, 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. National Academy Press. Washington, DC, USA.

Osório, J.C.S., Osório, M.T., Jardim, P.O., Pimentel, M.A., Pouey, J.L., Cardellino, R.A., Motta, L. e Esteves, R., 1998. Métodos para avaliação da produção da carne ovina: *in vivo*, na carcaça e na carne. Editora Universitária. Pelotas, RS, BRA.

Osório, J.C.S., Siewerdt, F., Osório, M.T.M. e Guerreiro, J.L.V., 1995. Desenvolvimento alométrico das regiões corporais em ovinos. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 24, 326--333.

Pereira Filho, J.M., Resende, K.T., Teixeira, I.A.M.A., Silva Sobrinho, A.G., Yáñez, E.A. e Ferreira, A.C.D., 2008. Carcass traits and tissue allometry in Boer x Saanen kids. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37, 905--912.

Prud'Hon, M., 1976. La croissance globale de l'agneau: ses caracteristiques et ses lois. Croissance, engraissement et qualité des carcasses d'agneaux et chevreaux, INRA-ITOVIC, 6--26.

Reeve, E.C.R. e Huxley, J., 1947. Some problems in the study of allometric growth. In: Essays on growth and form. Clarendon Press, Oxford.

Silva, L.F., Pires, C.C., Zeppenfeld, C.C. e Chagas, G.C., 2000. Crescimento de regiões da carcaça de cordeiros abatidos com diferentes pesos. Ciência Rural, 30, 481--484.

Teixeira, A., Azevedo, J., Delfa, R., Morand-Fehr, P. e Costa, C., 1995. Growth and development of Serrana kids from Montesinho Natural Park (NE of Portugal). Small Ruminant Research, 16, 263-269.

Yáñez, E.A., Resende, K.T., Ferreira, A.C.D, Pereira Filho, J.M., Medeiros, A.N. e Teixeira, I.A.M.A., 2009. Relative development of tissues, commercial meat cuts and live weight components in Saanen goats. Revista Brasileira de Zootecnia, 38, 366--373.

VI – Vida de prateleira de carnes de cabritos ½ Boer-Saanen suplementados com vitamina E na dieta¹

¹Elaborado segundo normas da revista Tropical Animal Health and Production

Resumo - O objetivo do trabalho foi avaliar a vida de prateleira da carne de cabritos ½ Boer-Saanen, recebendo rações com vitamina E. Foram utilizados 35 cabritos, confinados com peso médio corporal inicial \pm desvio-padrão de $21,6 \pm 2,8$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em quatro tratamentos sendo o controle sem inclusão de vitamina E, e os demais contendo 50, 150 e 450 mg de dl- α -tocoferol acetato/kg MS. As dietas foram ajustadas para ganho de peso de 0,150 kg por dia, os animais receberam a dieta até atingir peso corporal médio de aproximadamente 32 kg, sendo em seguida abatido para obtenção da carcaça. Amostras do músculo *Longissimus dorsi* foram retiradas das carcaças dos cabritos e colocadas em bandeja de poliestireno expandido, embaladas com filme plástico e armazenadas entre 4 e 6°C, e avaliadas quanto à oxidação lipídica pelo método de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico nos dias de armazenamentos, e quanto a aceitação visual por consumidores nos dias 0, 3, 7 e 14, por meio da técnica estatística de análise de sobrevivência. A vida de prateleira do músculo *Longissimus dorsi* foi influenciada pela suplementação de vitamina E na dieta dos animais, tendo demonstrado maior tempo de sobrevivência da carne quanto maiores foram os níveis de suplementação vitamínica na dieta, nas avaliações químicas e visuais subjetivas. O método químico, pela análise de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico, mostrou-se mais acurado na predição da vida de prateleira da carne de cabritos que receberam vitamina E na dieta, detectando mais precocemente a oxidação lipídica na carne. A inclusão de vitamina E na dieta aumenta a vida de prateleira da carne, proporcionando em 28,28% a mais de tempo de aceitação das carnes cujo tratamento em que os animais receberam 450 mg de vitamina E na dieta, e o método químico de avaliação da oxidação lipídica é mais acurado do que o método de avaliação visual subjetivo pelos consumidores, o qual atingiu precocemente o limiar de saturação de 2 mg malonaldeídos/kg de carne em todas as inclusões de vitamina E avaliadas.

Palavras-chave: Alfa tocoferol, análise de sobrevivência, antioxidante, *Longissimus dorsi*

Introdução

A pigmentação e a oxidação lipídica são os principais efeitos da deterioração de carnes e produtos cárneos, pois afeta traços sensoriais essenciais do produto, causando sabor, cor e texturas não favoráveis (Estevez et al., 2005). A vida útil de prateleira é um dos maiores problemas na comercialização de carnes. O prazo de validade de carnes é condicionado por processos oxidativos que são provocados pela temperatura de armazenamento, exposição ao oxigênio e à luz e crescimento microbológico. Na indústria da carne, a possibilidade de estender o tempo de prateleira da carne, atrasando a deterioração oxidativa é um dos objetivos mais importantes comercialmente (Luciano et al., 2009).

Para aumentar a vida de prateleira, antioxidantes podem ser adicionados diretamente na carne, como os nitritos, mas este modo de conservação vem sendo rejeitado pelos consumidores (Resconi, 2007), que com as mudanças no estilo de vida, cultural e conscientização quanto ao hábito alimentar mais saudável, estão preferindo itens alimentares que contenham o mínimo ou nenhum conservante sintético (Gupta e Abu-Ghannam, 2011). Outra forma de melhorar a coloração e estabilidade lipídica é incluir antioxidantes na dieta dos animais. Os antioxidantes são incorporados na membrana das células e aumentam a estabilidade da carne (Kerry et al., 1998).

As membranas das células musculares são compostas por ácidos graxos poli-insaturados, que são particularmente mais susceptíveis à peroxidação durante o armazenamento a baixas temperaturas (Kanner, 1994). A vitamina E é um antioxidante, o qual é depositado na membrana da célula muscular (Liu et al., 1995) e depósitos lipídicos, e em sua forma isomérica α -tocoferol, é amplamente usada como antioxidante, reduzindo a oxidação lipídica e proporcionando estabilidade na cor (López-Bote et al., 2001). A vitamina E não é sintetizada pelo animal, sendo necessário um suprimento dietético regular, auxiliando na proteção contra a peroxidação dos ácidos graxos poli-insaturados altamente oxidáveis por espécies de oxigênio reativas produzidas por enzimas ligadas às membranas adjacentes (McCay e King, 1980).

A cor da carne é o fator mais importante na decisão da compra pelos consumidores (Mancini e Hunt, 2005). Neste aspecto, baseado na avaliação da decisão de compra dos consumidores de acordo com sua avaliação visual e associando esses resultados à avaliação pontual e precisa, realizadas laboratorialmente, pode-se gerar informações que possibilitem integrar dados em pontos críticos da vida útil de prateleira que satisfaçam os consumidores. Nesse contexto, a aceitação pelos consumidores pode

ser útil para a avaliação da atitude de compra dos produtos pelos consumidores, baseado nos atributos visuais (Gimenez et al., 2008a; Giménez et al., 2008b), mostrando-se adequada para estimar a vida de prateleira dos produtos. A metodologia da análise de sobrevivência tem sido aplicada para estimar a vida útil dos alimentos (Hough et al., 2003; Gámbaro et al., 2006; Gimenez et al., 2007), avaliando assim o tempo em que o produto será aceito para o consumo (Gómez, 2002).

Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da suplementação de vitamina E na dieta de cabritos ½ Boer-Saanen, sob a vida de prateleira do *Longissimus dorsi* por métodos de avaliação laboratorial e visual subjetiva por consumidores.

Material e métodos

Este estudo foi realizado na Universidade Estadual de Maringá (UEM), conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi – Setor de Caprinocultura. 35 cabritos ½ Boer-Saanen, com idade média \pm desvio-padrão de 122,1 \pm 3,6 dias e peso corporal médio inicial \pm desvio-padrão de 21,6 \pm 2,9 kg, foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em quatro tratamentos sendo o controle sem inclusão de vitamina E, e os demais contendo 50, 150 e 450 mg de dl- α -tocoferol acetato/kg. As dietas foram ajustadas de acordo com o NRC (2007), para ganho diário de 0,150 kg de peso corporal para cabritos em fase de crescimento. As rações apresentavam proporção volumoso:concentrado de 30:70, e foram peletizadas para evitar seleção e desperdício.

A vitamina E foi adicionada na ração como dl- α -tocoferol acetato (ROVIMIX[®] E-50 Adsorbate). Os ingredientes e composição química (g/kg) das dietas experimentais estão apresentadas na Tabela 1.

A alimentação aos animais foi oferecida pela manhã (8h), na proporção de 3,5% de matéria seca em relação ao peso corporal, de maneira que proporcionasse sobras de 10%. Diariamente, antes do fornecimento da dieta, as sobras foram pesadas para controle da ingestão de matéria seca. Os animais foram pesados no início do experimento e a cada 14 dias, para ajuste da dieta e para acompanhar o peso corporal até atingir peso final de aproximadamente 32 kg. Os cabritos foram confinados em instalação suspensa com piso ripado, em baias individuais equipadas com comedouros e bebedouros.

Tabela 1. Composição em grama/kg de matéria seca e químico-bromatológica das rações experimentais

Item	Dietas (mg dl- α -tocoferol acetato/kg de MS)			
	0	50	150	450
	n=10	n=10	n=5	n=10
Feno de aveia	300,00	300,00	300,00	300,00
Milho moído	498,30	498,30	498,30	498,30
Farelo de soja	141,71	141,71	141,71	141,71
Sal comum	17,63	17,63	17,63	17,63
Cloreto de amônio	10,00	10,00	10,00	10,00
Suplemento mineral ¹	32,35	32,34	32,33	32,30
Dl- α -tocoferol acetato	0,00	0,005	0,015	0,045
Matéria seca	894,84	890,54	892,50	892,12
Matéria orgânica	917,74	912,88	916,23	918,08
Proteína bruta	147,06	144,73	154,72	150,14
Extrato etéreo	10,52	14,98	10,90	13,39
Carboidratos totais	760,16	753,17	750,61	754,54
Carboidratos não fibrosos	207,22	194,12	218,50	221,26
Fibra em detergente neutro	552,94	559,04	532,17	533,27
Fibra em detergente ácido	133,97	142,22	136,53	151,97

¹Produto formulado sem inclusão de vitamina E. Composição química (por kg do produto): cálcio 240 g; fósforo 71 g; flúor-710 mg (máx); magnésio 20 g; potássio 28,20 g; ferro 2.500 mg; cobre 400 mg; manganês 1.350 mg; zinco 1.700 mg; cobalto 30 mg; iodo 40 mg; selênio 15 mg; cromo 10 mg; vit. A 135.000 UI; vit. D3 68.000UI.

Ao final do período experimental, quando os animais atingiram peso médio de aproximadamente 32 kg, os cabritos foram submetidos a jejum de sólido (16 h), e então pesados antes do abate, para obter o peso de abate (PA). A insensibilização dos animais para o abate foi feita por descarga elétrica de 220 volts por 8 segundos, seguida pela sangria por meio da secção das veias jugulares e artérias carótidas, esfolada e retirada de órgãos internos, de acordo com regulamento técnico de abate humanitário do Brasil Instrução Normativa N°3 de 2000 (Brasil, 2000). Amostras do músculo *Longissimus dorsi* da meia carcaça esquerda foram coletadas para as avaliações da oxidação lipídica e vida de prateleira, por meio de método químico de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e método visual, com avaliação de preferência por consumidores. As amostras foram embaladas em embalagens de polietileno e armazenadas em freezer, até que fossem avaliadas.

A oxidação lipídica foi determinada de acordo com o método de Raharjo et al. (1992) modificado por Wang et al. (2002) nos dias de exibição 0, 3, 7 e 14. Para cada dia de exibição foi separada uma amostra do músculo *Longissimus dorsi*, colocada em bandeja de poliestireno expandido (EPS), embalada com filme plástico e armazenada entre 4 e 6°C.

Nos dias determinados, as amostras foram retiradas da geladeira, moídas e 5 g da amostra foram homogeneizadas em 0,5 mL de 0,15% BHT dissolvido em etanol (m/v) e 36 mL de 5% ácido tricloroacético (m/v). As amostras foram deixadas por aproximadamente 10 min em repouso para permitir a extração das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), após foram filtradas e, 2 mL do filtrado foi misturado com 2 mL de 0,08M de ácido tiobarbitúrico e deixados em banho-maria com temperatura de 95°C por 5 min. Foi preparada uma amostra branco contendo 36 mL de solução de ácido tricloroacético e 0,5 mL de solução BHT e 2 mL de solução de ácido tiobarbitúrico. A Absorbância foi lida a 532 nm contra a amostra branco utilizando espectrofotômetro Agilent UV-8553.

O TBARS foi calculada usando como padrão 1,1,3,3 tetraethoxypropane (1×10^{-8} a 10×10^{-8} mol/mL) e expressa em mg de malonaldeídos (MDA) por kg de músculos. Para nível de avaliação foi considerado como ponto crítico de oxidação lipídica nas amostras, a quantidade de 2 mg de MDA/kg (Campo et al., 2006), considerado como quantidade em que sabores anormais de ranço se sobrepõem ao sabor da carne e produzem sabor inaceitável em carne vermelha para os consumidores.

Para as avaliações subjetivas da vida de prateleira, foram realizadas observações diárias por 18 consumidores de porções do músculo *Longissimus dorsi*, com aproximadamente 3 cm de espessura, que foram acondicionados em bandeja EPS, sendo, uma amostra do músculo de cada animal por bandeja, cobertos com plástico filme e armazenados em refrigerador expositor com temperatura controlada de 4 a 6°C, com iluminação intermitente de 11 h de luz e 13 h de escuro.

Os consumidores avaliaram durante 15 dias de exposição os atributos referentes aos aspectos visuais, principalmente a cor das carnes. Para a avaliação, os consumidores utilizaram ficha de avaliação na qual foi estabelecida a intenção de compra do bife (sim ou não) em cada um dos dias de avaliação. Para evitar vício na avaliação visual, a cada dois dias, as bandejas foram aleatoriamente realocadas em diferente posição dentro do refrigerador expositor. Para as avaliações, foi considerado como ponto crítico o primeiro dia de rejeição da amostra pelo consumidor, ou seja, o dia em que o consumidor determinasse que, de acordo com os aspectos visuais apresentados pela amostra, a mesma não mais receberia a intenção de compra positiva.

Para avaliar o comportamento da ocorrência dos eventos (oxidação lipídica nas análises de TBARS e momento de rejeição de compra pelos consumidores) ao longo do tempo, os dados foram analisados por procedimento não paramétrico de Kaplan e Meier

(1958) – (KM) para a probabilidade de não oxidação e aceitação visual pelos consumidores (sobrevivência) no instante t (dias), por meio do comando *survfit* da livreria *survival* do programa computacional *R*. Alguns modelos probabilísticos (*Exponencial*, *Weibull* e *Log-Normal*) foram ajustados aos dados com auxílio do comando *survreg* da livreria *survival* do *R* (R Development Core Team, 2014). O melhor modelo ajustado por meio do critério - logL (menores valores de - logaritmo da verossimilhança) foi utilizado para avaliar a função de sobrevivência $S(t)$, o percentil $t_p = 100p\%$ da distribuição considerado a 50%, isto é, a mediana estimada, por meio do teste qui-quadrado (Colosimo e Giolo, 2006) e, uma vez observada a diferença entre os tratamentos ajustados de acordo com o modelo mais adequado, os dados foram avaliados por contrastes em modelos Bayesianos. Para tal, considerou-se distribuições *a priori* não informativas para todos os parâmetros do modelo e tomadas as diferenças dois-a-dois entre distribuições *a posteriori*, dos respectivos tratamentos, e considerado como diferentes, em nível de 5% de significância, quando intervalos de credibilidade para as diferenças médias não contemplaram o valor 0. O procedimento foi realizado por meio do pacote *BRugs* do programa *R*.

Resultados e discussão

A Figura 1 sugere a existência de efeito da inclusão de vitamina E na dieta de cabritos sobre o retardamento da oxidação lipídica da carne. Este efeito se dá com o maior tempo livre de oxidação demonstrado no gráfico à medida que se aumentam os níveis de inclusão de vitamina E na dieta dos animais. Observa-se que as curvas que representam os níveis mais baixos de inclusão de vitamina E possuem um declínio mais acentuado do que as curvas que representam as maiores inclusões. Assim, pode-se notar que amostras da carne de animais suplementados com vitamina E, alcançam quantidade de malonaldeídos acima de 2 mg/kg, indicado por Campo et al. (2006) como quantidade limite para a percepção do sabor de rancidez em carnes vermelhas por consumidores/painelistas não treinados, mais tardiamente quanto maiores forem suas inclusões nas dietas dos animais.

Na Figura 2 observa-se que a avaliação visual pelos consumidores mostrou comportamento similar ao observado no método químico de avaliação na vida de prateleira da carne, demonstrando maior probabilidade de sobrevivência das carnes quanto maiores forem os níveis de inclusão de vitamina E na dieta dos cabritos, ou seja,

os consumidores mostraram preferência pelo aspecto visual dos bifes oriundos da carne de animais, que receberam suplementação de vitamina E na dieta por um período maior de tempo em relação aos aspectos visuais de bifes da carne de animais não suplementados.

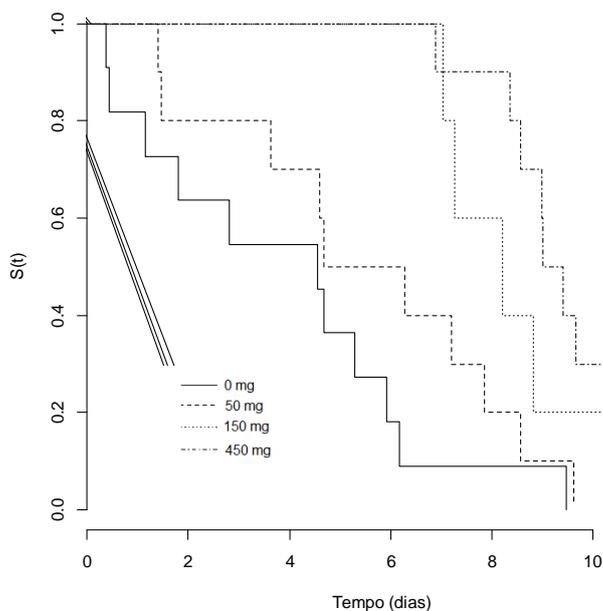


Figura 1. Curvas de sobrevivência $S(t)$ de KM ajustadas aos tempos (dias), por tipo de tratamento (simultâneo), oxidação lipídica – TBARS.

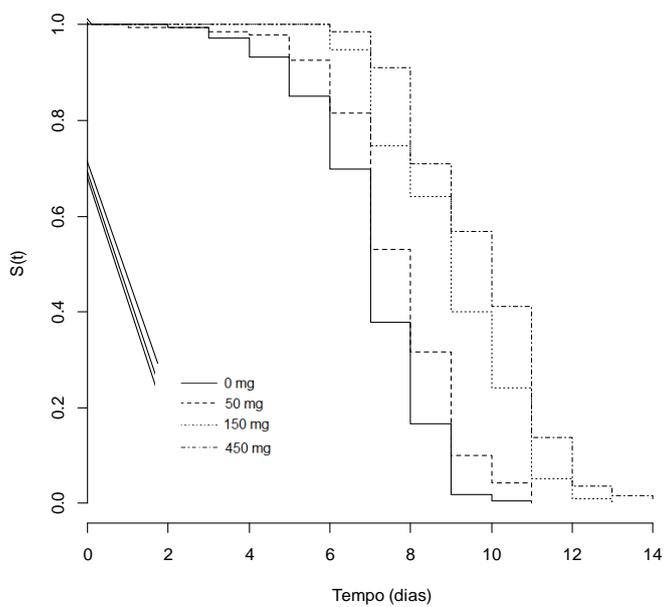


Figura 2. Curvas de sobrevivência $S(t)$ de KM ajustadas aos tempos (dias), por tipo de tratamento (simultâneo), avaliação por consumidores.

Com base nas Figuras 1 e 2 da avaliação *KM*, as quais sugeriram haver diferenças nas curvas de sobrevivência na vida de prateleira das avaliações de oxidação lipídica ($p=0,000255$) e de consumidores ($p=0,000$) para os níveis de vitamina E na dieta, os resultados avaliados foram adequados a um modelo paramétrico parcimonioso para ajuste dos dados. Fundamentado no critério do logaritmo da verossimilhança as distribuições consideradas apresentaram limiar ajuste de acordo com os dados da Tabela 2.

Tabela 2. Critério de ajuste - logaritmo da verossimilhança ($-\log L$) para os modelos considerados.

Avaliação	Modelo		
	Exponencial	Weibull	Log-Normal
TBARS	101	88,8	96,4
Consumidores	2.121,1	1.302,4	1.385,8

Dados os valores obtidos de $-\log L$ para os diferentes modelos propostos, adotou-se o modelo *Weibull*, que se mostrou mais ajustado ao menor valor para avaliação dos diferentes níveis de vitamina E na dieta em ambas as análises. Com auxílio do teste qui-quadrado, considerando o modelo *Weibull*, foi verificada diferença significativa entre tratamentos nas avaliações químicas ($p=0,0007$) e avaliações visuais ($p=0,000$). As curvas ajustadas via modelo *Weibull* são apresentadas nas Figuras 3 e 4, as quais demonstram adequado ajuste do modelo *Weibull* sobre os dados.

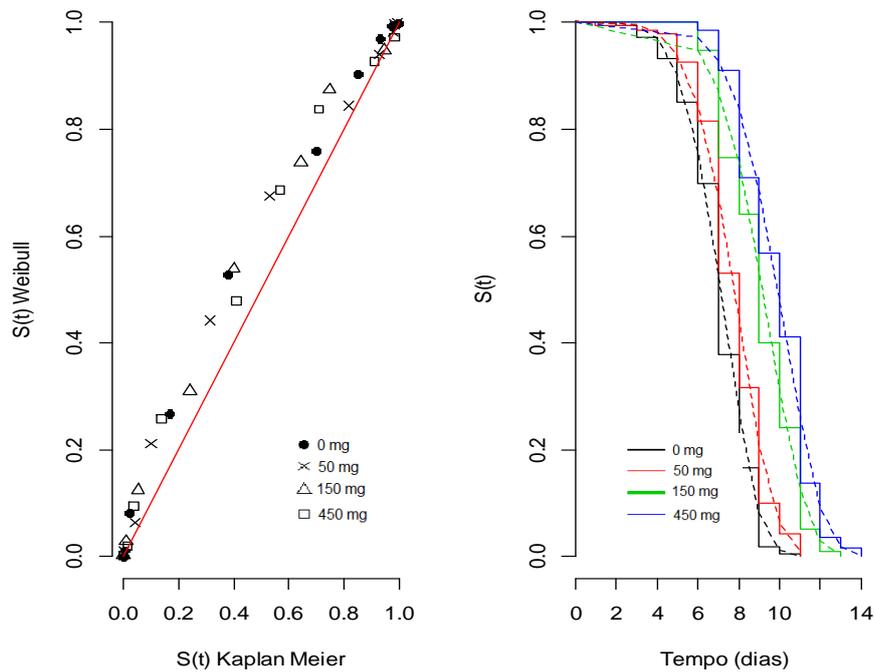


Figura 3. Curva de sobrevivência de *KM* e *Weibull* ajustadas aos tempos (dias), por tipo de tratamento (avaliação por consumidores).

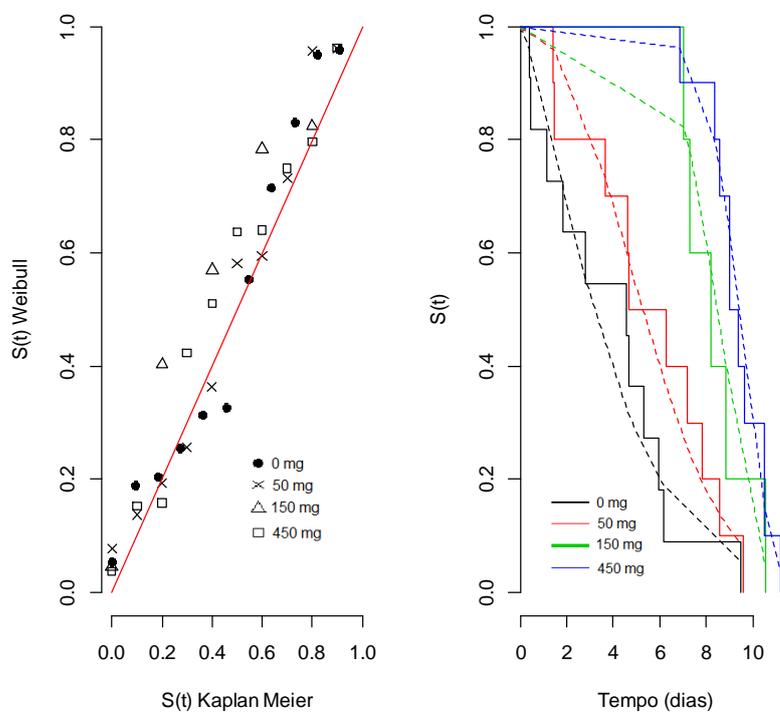


Figura 4. Curva de sobrevivência de *KM* e *Weibull* ajustadas aos tempos (dias), por tipo de tratamento (avaliação química - TBARS).

Na Tabela 3, estão apresentadas as estimativas frequentistas dos parâmetros, considerando o modelo *Weibull* nos diferentes tratamentos, onde se observa que para ambas as avaliações realizadas, a vida útil de prateleira das carnes de animais suplementados com inclusão de vitamina E na dieta, foram maiores quando comparado ao tratamento não suplementado.

Observando-se os resultados com base nos valores medianos, a avaliação da vida de prateleira pelo método de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), mostrou que as inclusões com 150 e 450 mg de dl- α -tocoferol acetato/kg MS não diferiram significativamente por contraste Bayesiano, os quais demonstraram 8,5 e 9,4 dias, respectivamente, para que 50% das amostras avaliadas apresentassem índices de malonaldeídos (MDA) acima de 2 mg/kg, proporcionando aproximadamente de cinco a seis dias de vida de prateleira a mais que os bifes de animais não suplementados com vitamina E. O tratamento com inclusão de 50 mg de dl- α -tocoferol acetato/kg MS, mostrou-se em nível intermediário de eficiência na redução da oxidação lipídica, com 2,3 dias a mais no tempo de prateleira para que as amostras fossem consideradas perceptíveis quanto à oxidação lipídica quando comparada ao tratamento controle.

Kasapidou et al. (2012), avaliando o efeito da inclusão de vitamina E nas dietas de cordeiros $\frac{1}{2}$ Suffolk-Charollais, observaram aumento na oxidação lipídica (TBARS mg/kg músculo) durante a exibição de varejo simulada, nas carnes de animais alimentados com concentrado e baixa quantidade de vitamina E na dieta, de 30 e 60 mg, apresentando 2,425 e 1,976 mg MDA/kg aos seis dias de exposição, respectivamente. Quando comparadas as carnes de animais alimentadas com maiores níveis de vitamina E, de 120, 250 e 500 mg, apresentando 0,564; 0,186 e 0,072 mg MDA/kg aos seis dias de varejo simulado, respectivamente. Karami et al. (2011) reportam redução na oxidação lipídica na carne de cabritos Kacang suplementados com dietas contendo 400 mg de dl- α -tocoferol acetato/kg MS, armazenadas durante 14 dias, com valores abaixo de 1,8 mg MDA/kg, enquanto a dieta controle apresentou valores próximos a 2 mg MDA/kg.

Tabela 3. Estimativas dos parâmetros, considerando o modelo *Weibull*, por tratamento (Nível de dl- α -tocoferol acetato) e por método de avaliação.

Níveis de dl- α -tocoferol acetato	Parâmetro	Método de avaliação			
		Visual consumidores		TBARS	
0		Média (DP)	IC(95%) ¹	Média (DP)	IC(95%)
	<i>Escala (média)</i>	7,61 ^{Da} (0,10)	(7,41;7,81)	4,18 ^{Da} (1,01)	(2,20;6,16)
	<i>Forma</i>	5,43 ^{Da} (0,30)	(4,85;6,01)	1,30 ^{Cb} (0,33)	(0,66;1,96)
	<i>Md=t_{50%} (dias)</i>	7,10 ^{Da} (0,11)	(6,90;7,32) ²	3,20 ^{Cb} (0,95)	(2,80;6,52)
50		Média (DP)	IC(95%) ¹	Média (DP)	IC(95%)
	<i>Escala (média)</i>	8,31 ^{Ca} (0,12)	(8,08;8,53)	6,24 ^{Ca} (0,95)	(4,36;8,12)
	<i>Forma</i>	4,87 ^{Ca} (0,31)	(4,87;6,06)	2,15 ^{Bb} (0,58)	(1,03;3,28)
	<i>Md=t_{50%} (dias)</i>	7,80 ^{Ca} (0,12)	(7,54;8,02) ²	5,30 ^{Bb} (1,00)	(3,45;7,41)
150		Média (DP)	IC(95%) ¹	Média (DP)	IC(95%)
	<i>Escala (média)</i>	9,74 ^{Ba} (0,18)	(9,40;10,09)	8,95 ^{Ba} (0,63)	(7,72;10,17)
	<i>Forma</i>	6,05 ^{Ba} (0,48)	(5,11;7,00)	6,80 ^{Aa} (2,27)	(2,35;11,24)
	<i>Md=t_{50%} (dias)</i>	9,10 ^{Ba} (0,18)	(3,06;12,58) ²	8,50 ^{Aa} (0,81)	(7,00;10,09)
450		Média (DP)	IC(95%) ¹	Média (DP)	IC(95%)
	<i>Escala (média)</i>	10,49 ^{Aa} (0,13)	(10,24;10,74)	9,82 ^{Ab} (0,36)	(9,12;10,52)
	<i>Forma</i>	6,39 ^{Aa} (0,35)	(5,69;7,08)	9,14 ^{Aa} (2,26)	(4,71;13,57)
	<i>Md=t_{50%} (dias)</i>	9,90 ^{Aa} (0,14)	(9,66;10,21) ²	9,40 ^{Aa} (0,42)	(8,57;10,25)

¹Intervalo com 95% de confiança (Frequentista); ²Intervalo com 95% de credibilidade (Bayesiano); Letras maiúscula distintas indicam diferenças significativas entre os tratamentos dentro da mesma avaliação e letras minúscula distintas indicam diferença significativa entre os tratamentos nos diferentes métodos de avaliação por meio de contraste Bayesiano em nível de 95% de credibilidade.

Apesar de a literatura demonstrar respostas similares às observadas, onde se obteve redução na oxidação lipídica e aumento na vida de prateleira nas carnes de animais suplementados com maiores níveis de vitamina E na dieta, os valores de MDA para os tratamentos com alta inclusão de vitamina E (acima de 400 mg/kg MS), obtidos por Kasapidou et al. (2012), Karami et al. (2011) e Ripoll et al. (2011), durante os períodos de varejo simulado de 6, 14 e 13 dias, respectivamente, não ultrapassaram os 2 mg MDA/kg como observado, onde o nível máximo de inclusão de vitamina E 450 mg/kg MS, apresentou com 9,4 dias de armazenamento quantidades de MDA acima da indicada como ideal para o consumo, 2 mg/kg (Campo et al., 2006).

Esta discrepância no tempo para ocorrer oxidação se dá principalmente pelo método de acondicionamento das carnes, adotado por Kasapidou et al. (2012), Karami et al. (2011) e Ripoll et al. (2011), os quais utilizaram em seus ensaios embalagens de atmosfera modificada, que proporciona maior controle sobre a influência do O₂ na coloração e reações oxidativas da carne desencadeadas na sua presença.

No Brasil, ainda não é comum o uso de embalagens de atmosfera modificada na comercialização de carnes, principalmente pelo seu alto custo, sendo os cortes cárneos vendidos no varejo, acondicionados em bandejas EPS cobertas com plástico filme. Justificando-se assim a adoção deste método de embalagens no presente estudo, o qual visou averiguar os valores de oxidação durante a estocagem das carnes, em condições semelhantes às adotadas na venda de carnes no Brasil.

Da mesma maneira, as avaliações realizadas visualmente pelos consumidores demonstraram maior vida de prateleira para as carnes quanto maiores fossem os níveis de inclusão de vitamina E na dieta, sendo o nível de inclusão com melhor e maior apreciação visual, 450 mg de vitamina E/kg MS, seguido das inclusões 150 e 50 mg/kg MS e dieta controle.

Os resultados mostraram que a avaliação visual realizada pelos consumidores proporcionou às carnes, cujos animais receberam suplementação vitamínica na dieta, aproximadamente 8,97%, 21,98% e 28,28% a mais no tempo de aceitação das carnes cujos animais receberam suplementação com 50, 150 e 450 mg vitamina E na dieta, respectivamente, quando comparados ao tempo de sobrevivência das carnes de animais alimentados com a dieta controle.

A aparência visual da carne fresca é o aspecto de maior relevância para a decisão de compra de carnes e produtos cárneos, pois a descoloração da superfície pode ser interpretada pelo consumidor como produto impróprio ao consumo (Macit et al., 2002).

A cor da carne é uma característica que o consumidor aprecia no momento da compra, determinando, indiretamente, a vida de prateleira, constituindo o critério básico para a sua escolha (Pinheiro et al., 2009).

A coloração é determinada pela concentração total de mioglobina (proteína envolvida nos processos de oxigenação do músculo) e pelas proporções relativas desse pigmento no tecido muscular, que pode ser observado na forma de mioglobina reduzida, com coloração púrpura, oximioglobina, de cor vermelho brilhante e metamioglobina, normalmente marrom (Costa et al., 2011). A cor vermelha brilhante característica da carne fresca, decorrente da presença de oximioglobina, com o passar do tempo e o contato com o ar (O₂) faz com que a oximioglobina seja oxidada; essa oxidação transforma a molécula de mioglobina em metamioglobina, que apresenta a cor marrom e *flavor* rançoso, características as quais são rejeitadas pelo consumidor na decisão de compra.

Com relação aos métodos de avaliação, o TBARS mostrou-se mais rigoroso na avaliação da oxidação de carnes caprinas. Nota-se que, quanto mais baixos foram os níveis de inclusão, maiores discrepâncias são observadas nos valores medianos (dias) entre os métodos de avaliação. Apenas para o tratamento com inclusão 450 mg/kg MS é que houve semelhança entre o tempo de sobrevivência das carnes em ambos os métodos de avaliação; nos demais tratamentos, o teste TBARS apresentou valores menores em dias para a avaliação de sobrevivência, com 6,59%, 32,05% e 54,93% menos tempo de sobrevivência das carnes com 150 e 50 mg de vitamina E/kg MS e dieta controle, respectivamente.

Dessa forma, verifica-se que nas carnes dos tratamentos com menor inclusão de vitamina E na dieta dos animais, na avaliação realizada pelos consumidores, apesar do teste laboratorial identificar que as carnes já alcançaram níveis de peróxidos lipídicos detectáveis ao paladar de 2 mg MDA/kg, visualmente, estas carnes ainda demonstraram características aceitáveis para a decisão de compra

Segundo Felício (1997), os dois atributos de qualidade da carne são: qualidade visual, que atrai ou repele o consumidor na hora da compra e a qualidade gustativa. No entanto, esta última, normalmente, é percebida após o preparo. Uma das possíveis causas para a menor percepção da oxidação lipídica por meio da avaliação visual, com base no escurecimento da carne pode estar atrelada a menor quantidade de gordura intramuscular e subcutânea que a carne de caprinos apresenta em relação à carne dos

demais ruminantes (Lawrie, 2005), e também por se tratar de carnes de animais jovens que possuem menor proporção de gordura (Lawrie, 2005; Zapata et al., 2003).

Existe forte relação entre a vida de prateleira, a oxidação lipídica e a quantidade de mioglobina e de ferro presente nas carnes vermelhas. Min et al. (2008) mostraram que durante a oxidação da mioglobina há a produção de peróxido de hidrogênio (H_2O_2); o peróxido de hidrogênio formado reage com a metamioglobina gerando ferrimioglobina, conhecida como catalisadora da oxidação lipídica (Min e Ahn, 2005). Assim, no presente estudo, a baixa quantidade de gordura, observada em carne de cabritos, pode ter contribuído com a menor percepção visual da oxidação lipídica nos níveis mais baixos de inclusão de vitamina E, a qual desse indício ao consumidor de possível deterioração da carne.

Carnes e produtos cárneos são essenciais para uma dieta balanceada em humanos, e estes podem constantemente ter sua qualidade e composição modificadas seja por meios diretos ou indiretos, como o uso de técnicas no controle da alimentação animal, aumentando o tempo de sobrevivência do produto, dando a este um aspecto de saudável por um maior período de tempo (Fernandez-Ginés et al., 2005). A vitamina E é um composto natural, e por esta característica possui grande aceitação quanto ao seu uso em produtos alimentícios, sendo este atualmente um dos compostos antioxidantes mais utilizados para reduzir oxidação lipídica e manter a coloração estável em carnes e produtos cárneos (López-Bote et al., 2001). No geral, observa-se que trabalhos em que se utiliza vitamina E na dieta dos animais, há aumento na vida útil de prateleira (Ripoll et al., 2011; Karami et al., 2011; Kasapidou et al., 2012; Juárez et al., 2012), por menor deterioração pela oxidação e persistência de uma coloração mais aceitável destas carnes pelos consumidores.

Conclusão

A inclusão de 450 mg de vitamina E/kg MS na dieta de cabritos ½ Boer-Saanen, retarda a oxidação lipídica na carne em ambos os métodos avaliados, proporcionando em 28,28% a mais de tempo de aceitação das carnes. O método TBARS mostra-se mais acurado para avaliação da oxidação lipídica do que o método de avaliação visual por consumidores, por meio do qual foi possível atingir mais precocemente o limiar de saturação de 2 mg malonaldeídos/kg de carne em todas as inclusões de vitamina E avaliadas.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Edital Universal MCT/CNPq 14/2013 pelo apoio financeiro .

A DSM do Brasil, pela doação da Vitamina E utilizada na suplementação dos animais.

Referências bibliográficas

Brasil., 2000. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA. Instrução normativa n. 3, de 17 de janeiro de 2000. Aprova o regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. Diário Oficial da União, Brasília, 24 jan. 2000. Seção 1.

Campo, M.M., Nute, G.R., Hughes, S.I., Enser, M., Wood, J.D. e Richardson, R.I., 2006. Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science*. 72, 303--311.

Colosimo, E.A. e Giolo, S.R., 2006. Análise de Sobrevivência Aplicada, Projeto Fisher-ABE-Blucher.

Costa, R.G., Santos, N.M.S., Sousa, W.H, Queiroga, R.C.R.E., Azevedo, P.S. e Cartaxo, F.Q., 2011. Qualidade física e sensorial da carne de cordeiros de três genótipos alimentados com rações formuladas com duas relações volumoso:concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40,1781--1787.

Estevez, M., Ventanas, S. e Cava, R., 2005. Protein oxidation in frankfurters with increasing levels of added rosemary essential oil: effect on color and texture deterioration. *Journal of Food Science*, 70, C427--C432.

Felicio, P.E., 1997. Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. In: A.M. Peixoto, J.C. Moura e V.P. Faria (eds), *Produção do novilho de corte*, Piracicaba, 1997, Fealq, 79--97.

Fernandez-Ginés, J.M., Fernández-Lópes, F., Sayas-Barberá, E. e Pérez-Alvarez, J.A., 2005. Meat products as functional foods: a review. *Journal of Food Science*. 70, R37--R43.

Gámbaro, A., Ares, G. e Giménez, A., 2006. Shelf life estimation of apple baby food. *Journal of Sensory Studies*, 21, 101--111.

Giménez, A., Gastón, A. e Gámbaro, A., 2008a. Consumer reaction to changes in sensory profile of dulce de leche due to lactose hydrolysis. *International Dairy Journal*, 18, 951--955.

Giménez, A., Ares, G. e Gámbaro, A., 2008b. Consumers' perception of sandiness in dulce de leche. *Journal of Sensory Studies*, 23, 171--185.

- Giménez, A., Varela, P., Salvador, A., Ares, G., Fiszman, S. e Garitta, L., 2007. Shelf life estimation of brown bread: a consumer approach. *Food Quality and Preferences*, 18,196--204.
- Gómez, G., 2002. Análisis de supervivencia. Barcelona: Univ. Politècnica de Catalunya, (Apuntes del curso de la Licenciatura en Ciencias y Técnicas Estadísticas de la Facultat de Matemàtiques i Estadística).
- Gupta, S., e Abu-Ghannam, N., 2011. Recent developments in the application of seaweeds or seaweed extracts as a means for enhancing the safety and quality attributes of foods. *Innovatve Food Science and Emerging Technologies*, 12, 600--609.
- Hough, G., Langohr, K., Gomez, G., Curia, A., 2003. Survival analysis applied to sensory shelf life of foods. *Journal of Food Science*, 68, 359--362.
- Juárez, M., Dugan, M.E.R., Aldai, N., Basarab, J.A., Baron, V.S., Mcallister, T.A. e Aalhus, J.L., 2012. Beef quality attributes as affected by increasing the intramuscular levels of vitamin E and omega-3 fatty acids. *Meat Science*, 90, 764--769.
- Kanner, J., 1994. Oxidative processes in meat and meat products: Quality implications. *Meat Science*, 36, 169--189.
- Kaplan, E.L. e Meier, P. 1958. Nonparametric estimation from incomplete observations. *Journal of the American Statistical Association*. 53, 457--481.
- Karami, M., Alimon, A.R., Sazili, A.Q., Goh, Y.M. e Ivan, M., 2011. Effects of dietary antioxidants on the quality, fatty acid profile, and lipid oxidation of longissimus muscle in Kacang goat with aging time. *Meat Science*, 88, 102--108.
- Kasapidou, E., Wood, J.D., Richardson, R.I., Sinclair, L.A., Wilkinson, R.G. e Enser, M., 2012. Effect of vitamin E supplementation and diet on fatty acid composition and on meat colour and lipid oxidation of lamb leg steaks displayed in modified atmosphere packs. *Meat Science*, 90, 908--916.
- Kerry, J.P., Buckley, D.J., Morrissey, P.A., O'Sullivan, K. e Lynch, P.B., 1998. Endogenous and exogenous α -tocopherol supplementation: Effects on lipid stability (TBARS) and warmed-over flavour (WOF) in porcine *M. longissimus dorsi* roasts held in aerobic and vacuum packs. *Food Research International*, 31, 211--216.
- Lawrie, R.A., 2005. *Lawrie's Meat Science*, 7th edition. Cambridge, England, (Woodhead Publishing Ltd.).
- Liu, Q., Lanari, M.C. e Schaefer, D.M., 1995. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *Journal of Animal Science*, 73, 3131-3140.
- López-Bote, C.J., Daza, A., Soares, M. e Berges, E., 2001. Dose response effect of dietary vitamin E concentration on meat quality characteristics in light-weight lambs. *Animal Science*, 73, 451--457.

- Luciano, G., Monahan, F.J., Vasta, V., Pennisi, P., Bella, M. e Priolo, A., 2009. Lipid and colour stability of meat from lambs fed fresh herbage or concentrate. *Meat Science*, 82, 193--199.
- Macit, M., Aksakal, V., Emsen, E., Aksub, M.I., Karaoula, M. e Esenbuga, N., 2002. Effects of vitamin E supplementation on performance and meat quality traits of Morkaraman male lambs. *Meat Science*, 63, 51--55.
- Manici, R.A. e Hunt, M.C., 2005. Current research in meat color, *Meat Science*, 71, 100--121.
- McCay, P.B. e King, M.M., 1980. Biochemical function, section I. Vitamin E: its role as a biologic free radical scavenger and its relationship on the microsomal mixed function oxidase system. L. Machlin (Ed.), *Vitamin E: A Comprehensive Treatise*, Marcel Dekker, New York.
- Min, B. e Ahn, D.U., 2005. Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products - A Review. *Food Science Biotechnology*, 14, 152--163.
- Min, B., Nam, K.C., Cordray, J. e Ahn, D.U., 2008. Endogenous factors affecting oxidative stability of beef loin, pork loin, and chicken breast and thigh meats. *Journal of Food Science*, 73, 439--446.
- National Research Council, 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants*. National Academy Press. Washington, DC, USA
- Pinheiro, R.S.B., Jorge, A.M., Mourão, R.C., Polizel Neto, A., Andrade, E.N. e Gomes, H.F.B., 2009. Qualidade da carne de cordeiros confinados recebendo diferentes relações de volumoso:concentrado na dieta. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29, 407--411.
- R Development Core Team, 2014. *R: a language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing.
- Raharjo, S., Sofos, J.N. e Schmidt, G.R., 1992. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 2182--2185.
- Resconi, V., 2007. The effect of diet on vitamin E concentration, colour shelf life and lipid oxidation during simulated retail display in beef steaks from different production systems. Tesis Máster. Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza-España.
- Ripoll, G., Joy, M. e Muñoz, F., 2011. Use of dietary vitamin E and selenium (Se) to increase the shelf life of modified atmosphere packaged light lamb meat. *Meat Science*, 87, 88--93.
- Zapata, J.F.F., Nogueira, C.M. e Seabra, L.M.J., 2003. Características da carne de pequenos ruminantes no Nordeste do Brasil. *Boletim Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 37, 146--153.

Wang, B., Pace, R.D., Dessai, A.P., Bovell-Benjamin, A. e Phillips, B., 2002. Modified extraction method for determinating 2-Thiobarbituric acid values in meat with increased specificity and simplicity. *Journal of Food Science*, 67, 2833--2836.