

Quality of *in natura* and maturated lamb's meat fed with sunflower seeds associated with vitamin E¹

Prof. Dr. Ronaldo de Oliveira Sales²

Summary

The objective of this study was to evaluate the qualitative characteristics of the meat of Ile de France lambs fed with diets containing sunflower seeds and vitamin E, using 32 lambs with average body weight of 15kg that were placed in individual stalls and slaughtered at 32kg of body weight. The study involved four treatments: D1 – sugar cane + concentrated without sunflower seeds; D2 – sugar cane + concentrated with sunflower seeds; D3 – sugar cane + concentrated without sunflower seeds and 1000 mg of vitamin E/kg of dry matter of the diet; D4 – sugar cane + concentrated with sunflower seeds and 1000 mg of vitamin E/kg of dry matter of the diet. It was evaluated the pH, the temperature and the color, without the effect of maturation, meanwhile in the maturation it was evaluated the pH, the color, cooking losses, the shear force, the water holding capacity, the concentration of vitamin E and the lipid oxidation by measuring the 2-thiobarbituric acid in the *Longissimus dorsi* muscle. It was also evaluated the quality of the meat through a sensorial analysis. The experimental design used was completely randomized design, with a three-way factorial 2x2x3, with 2 levels for sunflower seeds (with and without seeds); 2 levels of vitamin E (0 and 1000 mg/kg of dry matter of the diet) and 3 periods of maturation (0, 7 and 14 days). The qualitative characteristics were not influenced by the sunflower seeds associated with the vitamin E, but the pH at 24 hours was influenced ($P < 0.05$) by sunflower seeds associated with the vitamin E. In the maturation, the use of sunflower seeds associated with the vitamin E in the diet of fedlot lambs, did not influence the qualitative characteristics of the meat (pH, color) but the b^* parameter was influenced by the sunflower seeds associated with

the vitamin E. For the variable cooking losses there was no effect ($P>0.05$) of the diets and of the maturation periods but for the variables shear force, water holding capacity, concentration of vitamin E and 2-thiobarbituric acid there was a effect ($P<0.05$) of the treatments. Considering the sensorial analysis, for the D1 diet, the maturation periods had a effect ($P<0,05$) on the color parameter and global acceptance. Finally, it could be concluded that the effect of the diet containing sugar cane associated with sunflower seeds and vitamin E had a good evaluation on the sensorial analysis, indicating good acceptance for the matured lamb meat. The utilization of vitamin E showed results with bigger water holding capacity and bigger concentration of this vitamin on the lamb meat. Otherwise the expected lipid oxidation was not evidenced.

¹ **Palestra realizada no I Simpósio Sobre Qualidade e Rendimento de Carcaça de Carne Ovina e Caprina: Produção, Rendimento, Normas e Padrões de Qualidade Data: 17 a 18 de novembro de 2011 Auditório do Banco do Nordeste do Brasil - BNB – Passaré – CE.**

² **Prof. Pós Doutor do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.**

Introdução

Apesar de o consumo de carne ovina ainda ser considerado baixo em relação à carne de outras espécies, as perspectivas da ovinocultura brasileira mostram-se favoráveis. O consumo per capita de carne ovina está estimado em apenas 0,6kg/habitante/ano, porém, nos grandes centros metropolitanos, esse valor pode alcançar 1,5 kg/habitante/ano. Para atender o mercado consumidor, a oferta de carne deve respeitar algumas particularidades preestabelecidas pelos consumidores, como a preferência por carne macia, com pouca gordura e muito músculo, e que sejam comercializadas a preços acessíveis (SILVA SOBRINHO, 2001).

Devido a sua alta velocidade de crescimento, o cordeiro é a categoria que apresenta maior eficiência produtiva, resultando em maiores rendimentos de carcaça e carne de melhor qualidade (PIRES; SILVA; SCHILICK, 2000). Sua produção geralmente está associada ao confinamento, prática que permite explorar o maior potencial de ganho de peso do animal na fase jovem. Contudo, a terminação de cordeiros confinados pode ser uma prática economicamente inviável, em virtude das despesas com a alimentação que podem representar cerca de 70% do custo total de produção (BARROS; ROSSETTI; CARVALHO, 2004). Neste contexto, para viabilizar o sistema, preconiza-se o uso de alimentos mais baratos e de fácil disponibilidade para constituir a dieta dos animais.

A cana-de-açúcar é uma forrageira comumente encontrada na maioria das propriedades e, atualmente, vem adquirindo atenção em virtude dos menores custos de produção, quando comparada à silagem de milho; no entanto sua utilização como volumoso em dietas para ovinos tem sido pouco estudada, contrastando com sua ampla utilização na alimentação de bovinos. Seu uso na alimentação de ruminantes pode inferir na limitação de consumo, pois esta forrageira é caracterizada por apresentar baixo teor de proteína bruta (2 a 4%), elevado teor de fibra em detergente neutro (FDN) (46 a 51%) e lenta degradação ruminal da fibra, a qual limita o consumo pelo enchimento ruminal em consequência do acúmulo de fibra indigerível no rúmen (GALAN; NUSIO, 2000). No entanto, para suprir as deficiências nutricionais da cana-de-açúcar, os grãos de oleaginosas tornam-se potencialmente indicados por apresentarem alto teor de proteínas e óleos com boas características nutricionais (FERNANDES; SAMPAIO; HENRIQUE, 2008).

A inclusão de alimentos ricos em ácidos graxos poliinsaturados, dentre eles óleos ou grãos de oleaginosas ricos em ácido linoleico (C18:2), podem influir na

estabilidade lipídica da carne, favorecendo a oxidação dos triglicerídeos e, conseqüentemente, a rancificação e deterioração da mesma, diminuindo a palatabilidade e a vida de prateleira do produto. Além disso, junto à oxidação lipídica ocorre a oxidação do ferro presente nas mioglobinas responsáveis pela cor da carne, cuja característica é o principal fator de escolha do consumidor no momento da compra.

Frente a estas questões, pesquisas relataram a vitamina E (α -tocoferol) como um eficiente antioxidante lipossolúvel natural que sequestra radicais livres, favorecendo a estabilidade oxidativa e a conservação dos produtos cárneos (LAURIDSEN; BUCKEY; MORRISEY, 1997). Sua ingestão na forma de alimentos ou suplementos está relacionada com a prevenção de doenças, estimulação do sistema imune e modulação dos processos degenerativos relacionados ao envelhecimento (BRIGELIUS; KELLY; SALONEN, 2002). Trabalhos que envolvam o uso de alimentos mais econômicos associados a fontes de ácidos graxos e antioxidante natural, que visam melhorar a qualidade da carne ovina, são necessários e auspiciosos, considerando os benefícios advindos dos alimentos funcionais à saúde humana.

Cana-de-açúcar na alimentação de ovinos

O elevado teor de carboidratos solúveis, principalmente na forma de açúcar, confere boa aceitação da cana-de-açúcar pelos animais, e a utilização de variedades melhoradas dessa forrageira, desde que corrigidas as suas deficiências, principalmente de proteínas e minerais, pode proporcionar adequada ingestão de MS, para ganho de peso, pelos animais (MAGALHÃES; CAMPOS; VALADARES FILHO, 2004).

Entretanto, na literatura, ainda são poucas as informações referentes à viabilidade do uso da cana-de-açúcar da variedade forrageira IAC 86-2480 na alimentação de cordeiros e sua repercussão nos aspectos relacionados à produção e qualidade da carne.

Grãos de girassol na dieta de ruminantes

Dentre as culturas agrícolas fornecedoras de subprodutos para a alimentação animal, o girassol (*Helianthus annuus*) tem demonstrado crescente expansão, alcançando cerca de 2.000 kg/ha cultivados, sendo que em termos mundiais posiciona-se como a quarta oleaginosa mais consumida, antecedida pelas culturas de soja, palma e canola (AGRIANUAL, 2007). A indústria de óleo é o principal destino do girassol e absorve mais de 90% da produção mundial, porém recentes pesquisas reportaram que os grãos desta oleaginosa são importantes fontes de ácidos graxos insaturados na alimentação de ruminantes, pois propiciam aumento da síntese de ácido linoleico conjugado (CLA) no rúmen, o qual é caracterizado como produto intermediário da biohidrogenação do ácido linoleico (C18:2), cuja concentração no girassol é alta (MIR; MCALLISTER; SCOTT, 2004).

O óleo presente nos grãos do girassol é rico em ácidos graxos poliinsaturados, principalmente o linoleico, que fornece o aumento da disponibilidade de ácidos insaturados ao intestino delgado. Ferreira Fernandes et al. (2008) ao avaliarem a inclusão de óleo de girassol e de algodão a nível de 3 e 5% da MS da dieta de cabras, verificaram que a adição de óleo na dieta diminuiu a quantidade de ácidos graxos de cadeia curta, principalmente o mirístico (C14:0) que pode proporcionar sérios problemas à saúde, e aumentou a concentração de ácidos graxos poliinsaturados, principalmente o linolênico. Mir, McAllister e Scott (2004), ao adicionarem 6% óleo de girassol na dieta de bovinos em confinamento, verificaram aumento de cinco vezes na concentração de CLA na carne. Entretanto o uso de óleos na dieta de ruminantes causa diminuição do consumo e digestibilidade da matéria seca da dieta pois os ácidos graxos insaturados podem alterar a fermentação ruminal da fibra pela ação tóxica sobre a

população de bactérias fibrolíticas, as quais estão envolvidas no processo de biohidrogenação dos ácidos graxos poliinsaturados (EIFERT et al., 2005).

O fornecimento de lipídios provenientes de sementes oleaginosas é uma alternativa que permite a liberação lenta do óleo através da regurgitação e remastigação das sementes, minimizando o efeito inibidor do excesso de ácidos graxos poliinsaturados sobre a digestibilidade da fibra (RUY et al., 1996). Nesse contexto, a dieta se torna uma importante fonte de manipulação do perfil dos ácidos graxos poliinsaturados no tecido muscular. Macedo et al. (2002), ao testarem níveis de inclusão de grãos de girassol na dieta de cordeiros, encontraram efeito linear significativo na diminuição de ácidos graxos saturados e no aumento dos ácidos graxos oleico e linoleico na carne. Entretanto, mais informações que vinculam a utilização de grãos de girassol juntamente à cana-de-açúcar na dieta de cordeiros e seus efeitos nos aspectos produtivos e qualitativos da carne, merecem ser enfatizados.

Vitamina E (α -tocoferol) na carne ovina

A vitamina E é um potente antioxidante natural encontrado principalmente nas membranas celulares e, quando adicionada à dieta, pode conferir estabilidade aos depósitos de gordura, melhorando a resistência dos produtos cárneos à oxidação e mantendo as características qualitativas da carne durante seu armazenamento, seja resfriada ou congelada (SHEEHY; MORRISSEY; FLYNN, 1991).

Embora seja preconizado o consumo de carnes com maior teor de gordura insaturada, deve-se levar em conta que os alimentos ricos em ácidos graxos insaturados são mais instáveis, pois favorecem a ação oxidativa dos mesmos, fato este que condiciona menor tempo de conservação da carne nas gôndolas dos estabelecimentos distribuidores. Com isso, o uso de vitamina E pode ser uma alternativa para prevenir a

oxidação e melhorar os aspectos sensoriais e atrativos da carne aos consumidores cada vez mais preocupados com a saúde (HORWITT, 2001).

Em estudos realizados por Mitsumoto et al. (1998) foram observadas diferenças ($P < 0,05$) na concentração de alfa tocoferol no músculo *Longissimus thoracis* estocados por até 6 dias a 1°C e embalados à vácuo, com valores de 1,7 mg/kg e 2,6 mg/kg, para a carne dos animais controle e suplementados com vitamina E, respectivamente.

Posteriormente, Dufresne et al. (2000) também encontraram aumento da concentração de α -tocoferol no músculo *Longissimus thoracis* de bovinos armazenado a 4°C por até 14 dias, com valores de 1,9 mg/kg na carne dos animais tratados com vitamina E e 0,9 mg/kg na carne dos animais controle. Esses resultados indicaram que houve possíveis efeitos na oxidação lipídica com baixas concentrações de α -tocoferol na carne maturada por 14 dias. Segundo os mesmos autores, a concentração de 3,5 mg/kg de α -tocoferol foi suficiente para suprimir a formação de metamioglobina e oxidação lipídica em carnes frescas.

Ao avaliarem a carne de cordeiros suplementados com 500 e 1000 mg de vitamina E/ kg de dieta, Lauzurica, Fuente e Dias (2005) observaram maiores concentrações de α -tocoferol no músculo *Longissimus dorsi* nos animais que receberam 1000 mg vitamina E/kg de MS em relação aos animais que receberam 500 mg de vitamina E. Segundo os mesmos autores, a suplementação com vitamina E não afetou o desempenho dos ovinos e as características qualitativas da carne.

Maturação da carne ovina

A maturação consiste no amaciamento progressivo da carne fresca embalada a vácuo, durante períodos variáveis de acondicionamento dos cortes comerciais de 5 a 14 dias, sob refrigeração a temperaturas de 0 a 4°C, apresentando influência nas propriedades organolépticas da carne, em especial na sua maciez e no odor, influenciando

em sua palatabilidade (MADRUGA et al., 2002). O complexo de enzimas e inibidores responsáveis pela maturação é representado principalmente pelas calpaínas, as quais se apresentam basicamente sob duas formas, μ -calpaína e m-calpaína, denominadas, inicialmente, como fator de ativação da quinase, fator ativado pelo cálcio, protease neutra ativada pelo cálcio e protease dependente de cálcio (PRATES, 2001). Segundo o mesmo autor, o mecanismo de amaciamento da carne está relacionado principalmente com o enfraquecimento da estrutura miofibrilar na região N₂ do sarcômero, que pode ser provocado pela cisão dos filamentos de tinina e nebulina.

Durante a maturação da carne, ocorre aumento considerável de peptídeos e aminoácidos livres, devido principalmente à fragmentação das proteínas sarcoplasmáticas, que apresentam elevada susceptibilidade à degradação *post mortem*, pois são proteínas solúveis, estando portanto, sujeitas a intensa desnaturação por ocasião da queda do pH. Esta afirmação fundamenta-se no fato de apenas esta fração protéica sofrer extensa degradação durante a maturação muscular no *post mortem*, uma vez que as proteínas miofibrilares e estromáticas não são degradadas ou sofrem apenas uma limitada proteólise (PRATES, 2001).

Apesar da grande variação na maciez da carne, a maioria das proteínas miofibrilares, incluindo as duas principais (miosina e actina), não sofrem degradação ($P > 0,05$) durante o período normal de maturação da carne nas temperaturas habituais de refrigeração (BANDMAN; ZDANIS, 1988).

Boakye e Mittal (1996) observaram que o tempo de maturação influenciou ($P > 0,05$) a cor, a velocidade de resfriamento e a espessura da gordura de cobertura do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos Hager (2000), avaliou a carne maturada de novilhos Angus e Zebuínos por até 35 dias a 4°C e observou que as carnes dos Zebuínos

foram menos macias entre os dias 1 e 7 de maturação, enquanto a carne dos animais Angus teve maior a maciez após 7 dias.

Características qualitativas da carne de cordeiros

Após a morte do animal, com a interrupção do suprimento sanguíneo e do fornecimento de oxigênio ao tecido muscular, inicia-se a transformação do músculo em carne. As modificações bioquímicas e estruturais ocorrem simultaneamente e são dependentes dos tratamentos *ante-mortem*. Esses processos bioquímicos e físico-químicos *post-mortem* constituem as avaliações objetivas e subjetivas na carcaça, determinando as características físicas e sensoriais da carne. Sendo assim, as propriedades da carne, como pH, cor, capacidade de retenção de água, perda de peso na cocção e maciez, determinam a aparência e a qualidade para comercialização, e adaptabilidade aos processamentos industriais (MADRUGA; SOUSA; ROSALES, 2005).

As características indicativas da qualidade da carne podem ser influenciadas por fatores intrínsecos (tipo de músculo, raça, idade, sexo e individualidade do animal) e por fatores extrínsecos (alimentação, estresse, condições pós-abate, tempo de jejum, estimulação elétrica e refrigeração) (KOOHMARAIE; DUMONT; WHEELER, 1996). Dentre os fatores extrínsecos, discutiremos como a alimentação e a maturação afetam os aspectos qualitativos da carne ovina.

Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH é o principal indicador da qualidade final da carne. Normalmente, na primeira hora *post mortem*, com a temperatura da carcaça entre 37 e 40 °C, o pH declina de 7,2 a aproximadamente 6,2. O pH final, na faixa de 5,5 a 5,8 é atingido de 12 a 24 horas após o abate, período em que se estabelece o *rigor mortis* (MURRAY, 1995).

Com relação ao pH final quando este encontra-se baixo indica fibrilas musculares mais distantes (ponto isoeletrico das proteínas), com difração da luz, reduzindo a intensidade da cor (WALTER, 1975). Por outro lado, as fibras musculares com pH final elevado ($\geq 6,2$) ficam distendidas no meio cárneo, formando uma barreira à difusão de oxigênio e à absorção da luz.

Tanto o pH final quanto a velocidade de sua queda afetam as características da carne, como: cor, suculência, sabor, capacidade de retenção de água, bem como a conservação da mesma, uma vez que as bactérias causadoras da decomposição e putrefação não encontrarão condições adequadas para sua multiplicação em pH abaixo de 5,0 (CEZAR; SOUSA, 2007).

Rizzi et al. (2002) não encontraram diferenças ($P > 0,05$) no pH final da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo inclusão de soja extrusada ou grãos de girassol. Os valores do pH final encontrados pelos autores foram 5,4 para o grupo suplementado com 10% de grãos de girassol e 5,7 para o grupo suplementado com 20% de grãos de girassol.

Ao avaliarem dietas contendo grãos de girassol, grãos de milho e farelo de girassol, também não encontraram influência ($P > 0,05$) da dieta no pH da carne, e as médias encontradas foram 5,67 para as dietas avaliadas (SANTOS-SILVA; BESSA; MENDES, 2003).

Verma e Sahoo (2000) trabalhando com adição de vitamina E na carne moída de ovinos, observaram menores valores de pH nas carnes provenientes dos cordeiros que receberam vitamina E, e na medida em que se aumentou os níveis de α -tocoferol na carne, o pH tendeu a diminuir. Os autores afirmaram ainda, que poderia haver uma relação negativa entre a capacidade de retenção de água e o pH, ou seja, na medida em que se aumentava o pH de 5,4 para 6,5, diminuía a capacidade de retenção de água na

carne. Também Houben et al. (2000) encontraram diferença ($P < 0,05$) no pH da carne moída, embalada à vácuo e armazenada por 10 dias a 7°C , em bovinos suplementados com vitamina E.

Macit et al. (2003b) ao estudarem a influência da vitamina E no pH do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros suplementados com 45mg de vitamina E por 75 dias, não encontraram diferenças ($P > 0,05$) entre os grupos suplementados e não suplementados. Ao estudarem a influência da vitamina E no pH, os autores não encontraram diferenças ($P > 0,05$) entre os tratamentos.

As informações encontradas na bibliografia disponível, a respeito da influência da maturação sobre o pH da carne são contraditórias. Alguns autores relataram que o pH diminui com o processo de maturação, devido ao crescimento de bactérias lácticas Madruga, Sousa e Rosales (2005); enquanto outros estudos informam que o pH tende a apresentar um leve aumento com o processo de maturação (ROÇA, 2000).

Segundo Liu, Lanari e Schaefer (1995) e Morris et al. (1997), a carne de bovinos recebendo dietas suplementadas com vitamina E não sofreu influência ($P < 0,05$) no pH da carne e nem houve efeito dos tempos de maturação de 7 e 14 dias. Zapata et al. (2000) avaliando o efeito do tempo de maturação no pH final da carne caprina proveniente dos músculos *Biceps femoris* e *Semimembranosus*, observaram que não houve influência ($P > 0,05$) da maturação sobre o pH da carne, com média de 5,84.

De acordo com Madruga et al. (2002), o pH diminuiu com o processo de maturação devido ao crescimento de bactérias lácticas, havendo, nesse processo, o retardo do crescimento de bactérias aeróbicas putrefativas que por sua vez, produzem substâncias antimicrobianas, ocorrendo na maturação, aumento considerável de peptídeos e aminoácidos livres devido, principalmente, à fragmentação das proteínas sarcoplasmáticas que apresentam elevada susceptibilidade à degradação *post mortem*,

pois são proteínas solúveis que estão sujeitas à intensa desnaturação protéica por ocasião da queda do pH.

Macit et al. (2003a) ao estudarem a influência da maturação no pH do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros suplementados com 45mg de vitamina E por 75 dias não encontraram diferenças ($P > 0,05$) no pH da carne nos tempos 2, 4, 7 e 12 dias de maturação. No entanto, nos animais do grupo sem vitamina E o pH da carne maturada por 12 dias (5,86) foi maior ($P < 0,01$) do que o da carne maturada por 2 (5,63), 4 (5,64) e 7 (5,74) dias.

Cor

A cor do músculo é determinada pela quantidade de mioglobina e pelas proporções relativas desse pigmento, que pode ser encontrado na forma mioglobina reduzida (Mb, cor púrpura), oximioglobina (MbO_2 , cor vermelha) e metamioglobina (MetMb, cor marrom).

Os varejistas consideram a cor da carne fator de importância primária na aceitação pelos consumidores que preferem a cor vermelho-vivo (oximioglobina) da carne fresca, preterindo a cor marrom (metamioglobina) (TRUSCOTT; HUDSON; ANDERSON, 1984). A cor da carne pode ser medida pelo método objetivo, utilizando-se colorímetro, que determina as coordenadas de L^* (luminosidade), a^* (teor de vermelho) e b^* (teor de amarelo). Em ovinos, são descritos valores médios de 31,36 a 38,0, para L^* , 12,27 a 18,01, para a^* e 3,34 a 5,65, para b^* (BRESSAN; PRADO; PÉREZ, 2001).

Rizzi et al. (2002) não encontraram diferenças ($P > 0,05$) na cor da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo inclusão de soja extrusada ou grãos de girassol. Segundo os mesmos autores, para a variável cor, os valores de L^* foram 40,0 e

37,1; a* foram de 18,5 e 17,9 e b* de 3,6 e 2,8, para os animais suplementados com 10% e 20% de grãos de girassol, respectivamente.

Santos-Silva; Bessa; Mendes (2003) ao avaliarem dietas contendo grãos de girassol, grãos de milho e farelo de girassol, não verificaram diferenças ($P > 0,05$) nos parâmetros a* e b*, no entanto, encontraram maior valor de L* ($P < 0,01$) nos animais que receberam dietas contendo grãos de girassol (41,2), em relação aos que receberam grãos de milho e farelo de girassol (38,9).

Em trabalhos realizados por Faustman et al. (1989), foram observados valores elevados no teor a* em carnes de novilhos Holandeses suplementados com 370 mg de vitamina E/animal/dia após 2, 4, 6 e 8 dias de armazenagem a 4°C, abaixo das condições simuladas no varejo. Os mesmos autores, observaram que o acúmulo de metamioglobina e oxidação lipídica foram ($P > 0,05$) maiores no lombo de bovinos do grupo controle, em relação aos tratados com vitamina E, resultando em aumento da estabilidade da cor da carne desses animais. Portanto, a taxa de descoloração parece estar relacionada, com a eficiência dos processos oxidativos e enzimáticos, reduzindo os sistemas no controle dos níveis de metamioglobina em carnes.

Formanek et al. (1998) ao suplementarem bovinos holandeses com 2000 mg de vitamina E/animal/dia durante 50 dias pré-abate, observaram valores significativamente maiores de 15,05 para o teor de a* de animais suplementados e 10,82 para animais do grupo controle, no músculo *Semimembranosus* moído e embalado à vácuo por até 8 dias a 4°C. Já, Lynch, Kerry e Buckley (1999), observaram que a dieta com vitamina E melhorou a estabilidade de lipídios e da cor da carne de novilhos, congelada por 8 semanas a -20°C. Ainda, de acordo com os mesmos autores, diferenças na estabilidade lipídica dos músculos poderiam explicar possíveis variações na cor da carne, refletindo na diferença da estabilidade da cor dos músculos.

Gatellier et al. (2001) ao avaliarem as características da cor da carne refrigerada de bovinos Charolês a 3°C por até 9 dias e embaladas à vácuo por 13 dias a 8°C sob iluminação controlada suplementados com 1000 mg de acetato de α -tocoferol durante 111 dias pré-abate, observaram efeito positivo ($P > 0,05$) na cor da carne.

Kerry et al. (2000) ao avaliarem a cor no músculo *Longissimus dorsi* embalado a vácuo de cordeiros suplementados com 1000mg α -tocoferol/kg da ração, por nove semanas, não observaram diferenças ($P > 0,05$) entre os animais suplementados e não suplementados com vitamina E, nos parâmetros L^* e b^* , já o valor de a^* foi maior ($P < 0,01$) no grupo suplementado. Macit et al. (2003b) ao estudarem a influência da vitamina E na cor e no pH do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros suplementados com 45mg de vitamina E por 75 dias, não encontraram diferenças ($P > 0,05$) entre os grupos suplementados e não suplementados.

De acordo com Arima et al. (1997), citados por Peixoto, Sousa e Neves (2002), a carne maturada, mesmo após a equalização da cor, ainda apresenta um gradiente diferenciado quando comparada à carne não maturada, pois o ferro presente na mioglobina em baixas pressões de oxigênio passa para a forma oxidada (Fe^{++}), originando a metamioglobina, que apresenta coloração escura (ROÇA, 2000).

Macit et al. (2003b) ao estudarem a influência da maturação na cor do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros suplementados com 45mg de vitamina E por 75 dias não encontraram diferenças ($P > 0,05$) na cor da carne nos tempos 2, 4, 7 e 12 dias de maturação. Os mesmos autores observaram que no grupo sem suplementação de vitamina E, o valor de a^* no período de 7 dias de maturação foi menor ($P < 0,01$) em relação aos outros períodos. O teor de a^* foi de 17,49 para 2 dias de maturação, 16,67 para 4 dias, 13,61 para 7 dias e 16,25 para 12 dias de maturação da carne.

Gonçalves et al. (2004) não encontraram diferenças ($P > 0,05$) na cor da carne de cordeiros nos dias de maturação (1, 3, 7 e 14 dias), mas ao avaliarem a influência da maturação no pH da carne de cordeiros, encontraram efeito significativo ($p=0,0092$) no sétimo dia, quando o pH da carne baixou para 5,49, em relação ao do início da maturação (5,59).

Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água é um parâmetro físico-químico importante para a qualidade da carne e de seus produtos derivados, pois influencia a aparência da mesma antes do cozimento, seu comportamento durante a cocção e sua suculência durante a mastigação (PARDI et al. 2001; LAWRIE, 2005). Esta característica é definida como a capacidade da carne em reter água após a aplicação de forças externas (aquecimento, corte, moagem, pressão) e que, no momento da mastigação, traduz sensação de suculência ao consumidor (DABÉS, 2001; SILVA SOBRINHO, 2001).

De acordo com Silva Sobrinho (2001), menor capacidade de retenção de água da carne implicará em maiores perdas do valor nutritivo pelo exudato liberado, resultando carnes mais secas e com menor maciez. Vale ressaltar que, para a indústria, essa menor capacidade de retenção de água, resulta em perdas econômicas provenientes de gotejamento excessivo durante o armazenamento, o transporte e a comercialização ((DABES, 2001; RAMOS; GOMIDE, 2007).

Santos-Silva, Bessa e Mendes (2003) ao analisarem o efeito da suplementação com grãos de girassol expandido e farelo de girassol associado aos grãos de milho na qualidade da carne de cordeiros da raça Merino mantidos em pastejo, não encontraram diferenças ($P > 0,05$) para a capacidade de retenção de água, com valor de 35,9%.

Oliveira et al. (2007) ao avaliarem a capacidade de retenção de água na carne de tourinhos da raça Canchim e Nelore confinados recebendo dietas com cana-de-açúcar e

dois níveis de concentrado contendo grãos de girassol, (40:60 e 60:40) encontraram diferenças ($P < 0,05$), sendo que, nos animais que receberam menor proporção de concentrado apresentaram carne com maiores valores de capacidade de retenção (74,23%) em relação aos que receberam maior proporção, com valores de (72,31%).

Em trabalhos conduzidos por Liu, Lanari e Schaeffer (1995), o uso da vitamina E na suplementação de bovinos apresentou efeito positivo na qualidade da carne, melhorando a capacidade de retenção de água e reduzindo as perdas por gotejamento, garantindo estabilidade da coloração da carne resfriada e retardando a oxidação lipídica. Portanto, a suplementação com vitamina E pode ser um método eficaz para melhorar a capacidade de retenção de água na carne fresca, especialmente em novilhos da raça holandesa.

Perda de peso na cocção

A perda de peso na cocção é uma importante característica de qualidade associada ao rendimento da carne no momento do consumo, podendo ser influenciada pela capacidade de retenção de água nas estruturas da carne Bouton, Harris e Shorthouse (1971), sendo importante por influenciar as características de qualidade, cor, força de cisalhamento e suculência da carne (BONAGURIO, 2003).

Ao estudarem a influência de dietas contendo soja extrusada e grãos de girassol na qualidade da carne de cordeiros, Rizzi et al. (2002) não observaram diferenças ($P > 0,05$) para perdas de peso na cocção.

Oliveira et al. (2007) ao avaliarem as perdas de peso na cocção na carne de tourinhos da raça Canchim e Nelore confinados recebendo dietas com cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado contendo grãos de girassol, (40:60 e 60:40) encontraram diferenças ($P < 0,05$) nas perdas ao cozimento, avaliada no músculo *Longissimus lumborum*, sendo que os animais alimentados com menor proporção de concentrado

apresentaram carne com menores valores (25,76%) enquanto os que receberam maior proporção, apresentaram valores de 27,68%.

Mitsumoto, Arnold e Shaeffer (1995) ao avaliarem os efeitos da suplementação dietética de vitamina E (298 UI/kg de ração) na perda por cozimento em carne fresca do lombo de bovinos da raça Holandesa e mestiços, observaram que a suplementação da dieta com vitamina E por 14 dias proporcionou maior perda por cozimento (28,4%) quando comparados ao grupo controle que apresentaram 7,5% e 27%, respectivamente.

Ao estudarem os efeitos da suplementação com 1000 mg de vitamina E/animal/dia) nas características da carne de bovinos da raça Belgian Blue, Dufrasne et al. (2000) encontraram perda por exsudação de 4,8% e perda por cozimento de 28,3%, sendo que estes resultados não diferiram ($P>0,05$) em comparação ao grupo controle, apresentando médias de 5,1 e 27,8%, respectivamente.

Lopez-Bote et al. (2001) ao avaliarem os efeitos da suplementação com vitamina E nas perdas por exsudação em amostras armazenadas a 4°C por nove dias, no músculo *Longissimus* de cordeiros, encontraram perdas por exsudação para os diferentes níveis de vitamina E (20, 270, 520 e 1020 mg/kg de ração) de 16,2; 17,0; 13,9 e 14,1%, respectivamente.

Oliveira, Soares e Antunes (1998) ao estudarem a influência do tempo de maturação (14, 21 e 28 dias) nos músculos *Biceps femoris* e *Triceps brachii* de bovinos, não encontraram diferenças ($P<0,01$) nas perdas ao cozimento para os diferentes dias de maturação, encontrando valores de 35,7; 34,6 e 33,7% para o músculo *Biceps femoris* e valores de 35; 34 e 33% para o músculo *Triceps brachii*. Zapata et al. (2000) ao avaliarem as propriedades físicas da carne de cordeiros, observaram no músculo *Longissimus lumborum* que com o aumento do tempo de maturação, a perda ao cozimento foi maior. Os mesmos autores, ao avaliarem as propriedades físicas da carne

de cordeiros, observaram no músculo *Longissimus lumborum* que com o aumento do tempo de maturação, a perda ao cozimento foi maior.

Força de cisalhamento

A maciez da carne pode ser medida por meio subjetivo, utilizando painel sensorial, ou por meio objetivo, em que se utiliza texturômetro que mede a força necessária para o cisalhamento de uma seção transversal de carne, expressa em kgf, kgf/cm² ou kgf/g, sendo que quanto maior for a força mais dura será a carne (ALVES et al., 2005).

Dentre as características organolépticas da carne (coloração, maciez, suculência e sabor) a maciez é considerada a mais importante após a compra (VEISETH; KOOHMARAIE, 2001). Entretanto, vários fatores influenciam a maciez final da carne. Entre eles, destacam-se a maturação Culler (1978); Montossi, Sañudo e Sierra (2005), a extensão da proteólise pós-abate, a velocidade de queda do pH, a temperatura da carne durante o rigor mortis, bem como o modo de preparo (MARSH, 1977). Sañudo et al. (1998) apontaram como fatores intrínsecos que influenciam na maciez da carne o tipo de músculo, a espécie, a raça, o peso de abate e a idade animal, e como fatores extrínsecos, a maturação e a utilização de vitamina E.

Fernandes, Sampaio e Henrique (2008) ao avaliarem a maciez da carne de bovinos Canchim submetidos a dois tratamentos: silagem de milho + farelo de soja e cana-de-açúcar associada ao farelo de soja e grãos de girassol, abatidos aos 240 kg de peso corporal, não constataram diferenças na maciez, avaliada no músculo *Longissimus dorsi*, com valor de 3,53 kgf/cm². Da mesma forma, ao estudarem as características qualitativas da carne de bovinos Nelore alimentados com diferentes fontes de gordura (caroço de algodão, sementes de girassol e soja “in natura”), Souza (2008) não constatou efeito das fontes lipídicas sobre a maciez da carne dos bovinos utilizando-se o

músculo *Longissimus dorsi*, com valor de 3,94 kgf. Costa (2009) também não observou diferenças na maciez da carne (4,64 kgf), ao estudarem o efeito da inclusão de caroço de algodão (0; 14,35; 27,51 e 34,09%) na dieta de bovinos confinados. Destaca-se ainda que a utilização de sementes oleaginosas na alimentação de ruminantes pode alterar a composição dos ácidos graxos da carne, aumentando os insaturados, que são mais susceptíveis aos processos oxidativos, podendo resultar em rancidez, deterioração da cor e alterações na maciez e sabor da carne.

Em estudo sobre o efeito da suplementação de 300 mg de vitamina E/animal/dia no músculo *Semimembranosus*, Denhertogmeischke et al. (1997) observaram que a suplementação não afetou ($P>0,05$) a maciez do músculo, cuja força de cisalhamento foi de 4,89 kgf/cm².

Macit et al. (2003a) ao avaliarem a utilização de vitamina E na dieta de cordeiros Awassi, não observaram diferenças na maciez (3,0 kgf) da carne proveniente do músculo *Longissimus dorsi*, para os cordeiros criados no grupo controle (sem adição de vitamina E) e no grupo que recebeu 45 mg de vitamina E diariamente. Da mesma forma, ao avaliarem a utilização de vitamina E (1000 mg/animal/dia) na dieta de bovinos Belgian Blue, Dufasne et al. (2000) também não verificaram diferenças para a maciez (42,1 N) da carne dos bovinos, avaliada no músculo *Longissimus thoracis*.

Em experimento para avaliar características qualitativas da carne de bovinos suplementados com vitamina E, Cabedo, Sofos e Smith (1998) constataram que a suplementação não afetou a maciez da carne, sendo que os autores destacaram que este tipo de suplementação visa aumentar a concentração da mesma no músculo, possibilitando maior estabilidade da coloração da carne pelo poder antioxidante, sendo comum não ocorrer influência na maciez da carne.

Em estudo para avaliar o efeito da maturação na carne ovina, Koomaraie, Whipple e Crouse (1990), observaram redução na força de cisalhamento para carnes maturadas durante 1 a 7 dias, com valores de 8,9 e 5,4 kgf, respectivamente.

Mitchell et al. (1991) julgaram desnecessária uma elevação no tempo de maturação da carne bovina para além de 10 dias, quando esta permanece armazenada a uma temperatura de 0 – 1°C. Neste experimento, o pico de força de cisalhamento (kgf) de amostras do músculo *Longissimus dorsi* diminuiu de 4,4 (3 dias de maturação) para 3,2 após 10 dias de maturação, permanecendo inalterado até 21 dias de estocagem. Da mesma forma, a maciez avaliada sensorialmente em uma escala de 1 (extremamente dura) a 8 (extremamente macia) mostrou uma evolução de 5,1 (3 dias) para 6,1 (10 dias) e aumentou somente para 6,4 após 21 dias de armazenamento.

Em geral, os trabalhos realizados com carne ovina demonstraram diminuição da força de cisalhamento durante a maturação (KOOHMARAIE; DUMONT; WHELLER, 1996); DUCKETT et al. (1998); WHEELER; KOOHMARAIE (1999). Trabalhando com cordeiros Wheeler e Koohmaraie (1999), relataram que a força de cisalhamento diminuiu de 11,31 kgf/cm² (2 dias de maturação) para 7,13 kgf/cm² (21 dias de maturação) no *Longissimus*; entretanto, para o *Bíceps femoris*, esta redução foi somente de 10,05 kgf/cm² aos 2 dias 9,03 kgf/cm² aos 21 dias. Ao avaliarem os efeitos de maturação no amaciamento do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos, obtiveram forças de cisalhamento de 3,65 kgf/cm² para carnes maturadas durante 1 dia e 2,55 kgf/cm² para carnes maturadas durante 7 e 14 dias (MOURA et al.1999).

Zapata et al. (2000) constataram redução na força de cisalhamento da carne caprina maturada. Os autores relataram valores de força de cisalhamento de 12,64 kgf/cm² para carne não maturada e 9,27 kgf/cm² para carne maturada durante 7 dias.

Zapata e Seabra (2003) ao avaliarem a maciez no músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros, observaram que as amostras não maturadas apresentaram maior força de cisalhamento (8,86 kgf/cm²) em comparação às amostras maturadas durante 21 dias (6,77 kgf/cm²). Em estudo para avaliar o efeito da maturação nos músculos *Longissimus dorsi*, *Semimembranosus* e *Biceps femoris* de caprinos, Borges, Zapata e Garruti (2005) observaram efeito da maturação sobre a maciez da carne; as carnes não maturadas apresentaram maior força de cisalhamento (13,71 kgf/cm²) em relação àquelas maturadas por 7 dias, que apresentaram menor força de cisalhamento (11,21 kgf/cm²).

Do mesmo modo, Waldmaryan et al. (2005) avaliando a força de cisalhamento da carne proveniente do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos submetida a diferentes períodos de maturação, observaram que as carnes maturadas por 7 e 14 dias apresentaram-se mais macias (2,63 kgf/cm²) em comparação àquelas não maturadas (3,97 kgf/cm²). Segundo Cezar e Sousa (2007), a carne ovina apresenta valor de força de cisalhamento inferior a 2,27 kgf/cm², entretanto, de 2,28 a 3,63 kgf/cm² é classificada como macia, de 3,64 a 5,44 kgf/cm² é de maciez mediana, e acima de 5,44 kgf/cm², dura e extremamente dura, respectivamente.

Oxidação lipídica

A oxidação de lipídios, ou autooxidação, se inicia com a formação de radicais livres, e os hidroperóxidos formados podem causar alterações sensoriais indesejáveis em óleos, gorduras ou alimentos que os contêm, produzindo odor e sabor desagradáveis e com isso, a diminuição do tempo de vida útil. Além disso, os produtos da oxidação lipídica podem desencadear a peroxidação, resultando em problemas de saúde.

A rancidez oxidativa inicia-se logo após a morte do animal e se intensifica durante o período de armazenamento da carne, definindo duas fases: a primeira, a oxidação fosfolipídica e a segunda, a oxidação dos triglicerídeos, a qual está

diretamente relacionada com o grau de insaturação e o tempo de armazenagem da carne (LLOYD; SLYTER; COSTELLO, 1981). Segundo os mesmos autores, a oxidação lipídica é uma reação que resulta na produção de radicais livres e conseqüentemente, conduz à oxidação da mioglobina, prejudicando a pigmentação da carne e favorecendo a deterioração e perda de qualidade da mesma.

Lehninger (1986) ressaltou que a oxidação lipídica ou autooxidação, se inicia com a formação de radicais livres, e os hidroperóxidos formados podem causar alterações sensoriais indesejáveis em óleos, gorduras ou alimentos que os contêm, produzindo odor e sabor desagradáveis e com isso, os produtos da oxidação lipídica podem desencadear a peroxidação, o que resulta em problemas de saúde com a diminuição do tempo de vida útil do produto.

Pesquisas envolvendo a influência da utilização dos grãos de girassol na oxidação lipídica da carne de cordeiros são praticamente inexistentes na literatura. Entretanto, Macedo et al. (2002), testando níveis de inclusão de grãos de girassol na dieta de cordeiros, observaram efeito linear na diminuição de ácidos graxos saturados e no aumento dos ácidos graxos oleico e linoleico. Esta resposta revelou a importância da dieta como manipulador do perfil de ácidos graxos da carne, favorecendo os insaturados, condição esta favorável à saúde do consumidor de carne ovina, mas não em relação a oxidação lipídica.

Para bovinos, Costa (2009) ao avaliarem a influência da inclusão do caroço de algodão na dieta de novilhos, sobre a oxidação lipídica da carne, não constataram diferenças ($P > 0,05$) entre os tratamentos, encontrando valor de 0,01 mg de malonaldeído/ kg de carne para todos os tratamentos estudados.

Liu, Lanari e Scaeffler (1995), observaram que dietas suplementadas com vitamina E são efetivas na redução da oxidação lipídica e na oxidação da mioglobina,

evitando a descoloração em carnes frescas e congeladas. Os mesmos autores, observaram redução na oxidação da gordura e perdas por gotejamento com a suplementação de 2000 mg de vitamina E/animal/dia por 120 dias e concluíram que a duração da suplementação de vitamina E apresentou efeito ($P>0,05$) em relação à cor e à estabilidade oxidativa da carne.

Formanek et al. (1998), suplementaram novilhos com 2000 mg de vitamina E/animal/dia na dieta e observaram melhora da estabilidade oxidativa no músculo dos animais suplementados em relação aos não suplementados. Os mesmos autores, observaram que a suplementação de 600 mg de vitamina E combinada com embalagem a vácuo, garantiram a estabilidade da cor da carne e diminuição da oxidação, durante 12 dias.

Segundo Hatfield et al. (1999), a suplementação com vitamina E nas dietas pode prevenir a degradação peroxidativa de gorduras das células animais e a formação de radicais livres. Houben et al. (2000) estudando o efeito da adição de vitamina E na dieta de ovinos, observou maior estabilidade da cor e menor oxidação lipídica da carne embalada a vácuo a 7°C durante 10 dias, mostrando-se mais atrativa que as carnes dos animais do grupo controle, independentemente da embalagem.

Dufresne et al. (2000) ao avaliarem o efeito da suplementação de vitamina E na dieta de bovinos Belgian Blue quanto a oxidação de lipídios do músculo *Longissimus thoracis* armazenado a 4°C por até 14 dias, observaram que o nível de alfa tocoferol no músculo foi favorável em relação ao controle, provocando supressão na oxidação de lipídeos, sem afetar ($P>0,05$) a cor do músculo. Grady et al. (2001), suplementando animais cruzados Charolês, Limousin e Simental, 55 dias antes do abate com 300 mg de vitamina E/animal/dia na dieta, observaram menor suscetibilidade do tecido muscular à

oxidação lipídica e a oxidação da mioglobina na carne dos animais suplementados em relação aos não suplementados.

Macit et al. (2003c) ao estudarem os efeitos da suplementação com vitamina E na qualidade da carne de cordeiros machos da raça Morkaraman, observaram no músculo *Longissimus dorsi* diferenças ($P<0,05$) entre os grupos controle e suplementados com vitamina E, com valores de 0,35 e 0,17 mg de malonaldeído/ kg de carne. Maior valor de TBARS no grupo não suplementado com vitamina E, indicou maior oxidação lipídica na carne destes cordeiros.

Macit et al. (2003a) ao avaliarem a influência da suplementação com vitamina E sobre a qualidade da carne de cordeiros da raça Awassi, não constatando diferenças ($P<0,05$) entre os tratamentos, com valores de 0,40 mg de malonaldeído/kg de carne para os cordeiros do grupo controle e 0,30 mg de malonaldeído/kg de carne, para os cordeiros suplementados com vitamina E.

Macit et al. (2003c) ao estudarem os efeitos da suplementação com vitamina E e tempos de maturação sobre a qualidade da carne de cordeiros machos da raça Morkaraman, constataram que amostras do *Longissimus dorsi* armazenadas durante 12 dias tiveram maiores valores de TBARS (1,07), quando armazenadas por 2, 4 e 7 dias, que apresentaram valor de TBARS de 0,37; 0,50 e 0,64 mg de malonaldeído/kg de carne, respectivamente.

Macit et al. (2003a) ao avaliarem a influência da suplementação com vitamina E e tempos de maturação sobre a qualidade da carne de cordeiros da raça Awassi, constataram diferenças ($P<0,05$) para as amostras cárneas submetidas a maturação de 7 e 12 dias, com valores de 0,6 e 1,0 mg de malonaldeído/kg de carne para o tratamento controle, respectivamente e 0,4 e 0,6 de malonaldeído/kg de carne para o tratamento suplementado com vitamina E, respectivamente.

Realizando estudo para avaliar a influência da maturação na oxidação lipídica da carne de cordeiros, Souza, Valter e Canniatti-Brazaca (2007) encontraram valores de TBARS de 0,27 mg de malonaldeído/kg de carne para amostras não maturadas e 2,51 mg de malonaldeído/ kg de carne para amostras maturadas por 15 dias.

Análise sensorial da carne de cordeiros

Com relação à carne ovina, os gostos e preferências dos consumidores podem variar ainda em função dos hábitos culinários e regionais Griffin (1992), estando também relacionados a fatores ligados ao animal, como a alimentação (MADRUGA; SOUSA; ROSALES, 2005).

A avaliação da qualidade da carne, com base na satisfação e preferência do consumidor, deriva do seu consumo e depende de um conjunto de respostas psicológicas e sensoriais únicas de cada indivíduo (RESURRECCION, 2003; RAMOS; GOMIDE, 2007). De acordo com os autores, fatores como aparência, aroma durante o cozimento, perda de peso por cozimento, maciez, suculência e sabor governam as reações de um indivíduo frente às qualidades sensoriais de um produto (KEMP; JOHNSON; STEWART, 1976).

Powell (1991) demonstraram através de avaliação instrumental da coloração que carnes pré-maturadas e depois expostas ao consumidor sofreram uma modificação mais rápida na sua coloração se maturadas por 33 dias a 0°C do que se maturadas por 5 dias a 0°C. No que se refere ao tempo, a maturação por 15 dias melhorou a maciez subjetiva em comparação com a maturação por 7 dias (MINKS; STRINGER, 1972).

Fernandes et. al. (2007), ao avaliarem atributos sensoriais do *Longissimus dorsi*, não observaram diferenças ($P > 0,05$) em amostras de carne provenientes de bovinos que receberam 300 mg de vitamina E/animal/dia em relação aos animais testemunhas,

embora em relação ao sabor e à aceitação global o resultado tenha sido favorável à carne dos animais suplementados com vitamina E.

MATERIAL E MÉTODOS

Local

O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV, Unesp, Jaboticabal, SP. A fase de campo e o abate dos cordeiros foram realizados nas dependências do Setor de Ovinocultura do Departamento de Zootecnia, assim como as avaliações de pH e cor. As demais análises qualitativas (perdas de peso na cocção, força de cisalhamento, capacidade de retenção de água), bem como a oxidação lipídica e a análise sensorial foram realizadas no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal, pertencente ao Departamento de Tecnologia da mesma instituição. As análises referentes aos teores de vitamina E (α -tocoferol) foram realizados no Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Campinas, SP.

Animais e instalações

Foram utilizados 32 cordeiros Ile de France, machos não castrados, recém-desmamados e com 15 kg de peso corporal. Os animais foram alojados em baias individuais, com piso ripado e suspenso, com aproximadamente 1,0 m², equipadas com comedouro e bebedouro individuais e instaladas em galpão coberto.

Manejo experimental e composição das dietas

Os cordeiros foram identificados, everminados e suplementados com vitaminas A, D e E, permanecendo por 14 dias em período pré-experimental. Os tratamentos foram constituídos pelas seguintes dietas: D1 – cana-de-açúcar + concentrado sem grãos de girassol; D2 – cana-de-açúcar + concentrado com grãos de girassol; D3 – cana-de-açúcar + concentrado sem grãos de girassol e 1000 mg vitamina E/kg de matéria seca

(MS) da dieta e D4 – cana-de-açúcar + concentrado com grãos de girassol e 1000 mg/vitamina E/kg de MS da dieta. A cana-de-açúcar utilizada foi a variedade forrageira IAC 86-2480 picada em tamanho de partículas de 1,0 cm e fornecida *in natura*. O concentrado foi composto por grão de milho triturado, farelo de soja, uréia, cloreto de sódio, calcário calcítico, fosfato bicálcico e suplementos vitamínico e mineral, compondo dietas isoproteicas (21,5 % de PB) e isoenergéticas (2,6 Mcal/de energia metabolizável/Kg de MS da dieta), segundo o NRC (2006). A relação volumoso:concentrado da dieta foi de 50:50 e a mesma foi ofertada à vontade, às 8 h e às 17 h. Diariamente foi registrado o peso do alimento oferecido e o das sobras para estimativa de consumo. As pesagens dos cordeiros foram realizadas semanalmente, sendo, também, monitorada a verminose pelo método Famacha®, segundo recomendação de (MOLENTO; TASCA; GALLO, 2004).

Abate dos cordeiros e qualidade da carcaça

O abate foi realizado quando os animais atingiram 32 kg de peso corporal, após jejum de sólidos durante 16 horas. Para o abate, os cordeiros foram insensibilizados por eletronarcose com descarga elétrica de 220 V por 3 segundos, seguido da sangria, pelo seccionamento das veias jugulares e das artérias carótidas. As carcaças foram resfriadas em câmara frigorífica (6°C) por 24 horas, porém, antes e após o resfriamento, no músculo *Longissimus dorsi*, foram avaliados pH e temperatura (eletrodo de penetração) e cor (colorímetro Minolta CR-400), com coordenadas L* responsável pela luminosidade, a* teor de vermelho e b* teor de amarelo (KNIGHT; DEATH, 1999).

Posteriormente, as carcaças foram seccionadas em duas meias carcaças, sendo a metade esquerda seccionada em cinco regiões anatômicas: pescoço, paleta, costelas, lombo e perna, conforme (SILVA SOBRINHO, 2001).

Análises qualitativas da carne

Amostras do músculo *Longissimus dorsi in natura* foram avaliadas quanto ao pH, à temperatura e a cor. Amostras do mesmo músculo foram embaladas a vácuo e mantidas refrigeradas em incubadora B.O.D. em temperatura de 4°C durante 7 e 14 dias de maturação e avaliadas quanto ao pH, cor, perda de peso na cocção, força de cisalhamento, capacidade de retenção de água, concentração de vitamina E (α -tocoferol), oxidação lipídica da carne e análise sensorial.

O pH e a temperatura foram determinados, respectivamente, com utilização de peagômetro com eletrodo de penetração, a cor com colorímetro Minolta CR-400, com coordenadas L* responsável pela luminosidade, a* teor de vermelho e b* teor de amarelo (KNIGHT; DEATH, 1999). Para a determinação das perdas de peso na cocção, as amostras foram pesadas em bandejas com grelhas e levadas ao forno a gás, pré-aquecido a 170°C, até que a temperatura interna da carne atingisse 75°C. Após retiradas do forno, ao atingir a temperatura ambiente, foram pesadas novamente para obtenção da perda de peso durante a cocção (OSÓRIO et al., 1998). Posteriormente, das amostras assadas, foram retiradas subamostras para a determinação da maciez através da lâmina Warner-Bratzer acoplada ao aparelho Texture Analyser TA-XT2i, o qual mede a força de cisalhamento da amostra em kgf/cm² (OSÓRIO et al., 1998). A capacidade de retenção de água foi determinado conforme metodologia descrita por (SILVA SOBRINHO, 1999).

A determinação da concentração de vitamina E (α -tocoferol) na carne dos cordeiros foi realizada segundo a metodologia proposta por Brubacher, Muller-Mulot e Southgate (1985), e a oxidação lipídica conforme Pikul, Leszczynski e Kummerow (1989), que expressa as substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), em mg de malonaldeído/kg de amostra.

A análise sensorial foi realizada com utilização de provadores não treinados que avaliaram os atributos: cor, sabor, maciez e impressão global, numa escala hedônica não estruturada de nove pontos que consistiram em: 1- desgostei muitíssimo, 2- desgostei muito, 3- desgostei regularmente, 4- desgostei ligeiramente, 5- indiferente, 6- gostei ligeiramente, 7- gostei regularmente, 8- gostei muito e 9- gostei muitíssimo (MORAES, 1993).

Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado para avaliar pH, temperatura e cor aos 45 minutos e 24 horas após o abate foi o inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 2 x 2 segundo o modelo matemático abaixo (2 níveis de inclusão: com ou sem grãos de girassol e 2 níveis de vitamina E; 0 e 1000 mg/Kg de MS da dieta).

$$x_{ijk} = m + g_i + v_j + (gv)_{ij} + e_{ijk}$$

em que: x_{ijk} = representa as variáveis dependentes;

m = média geral de todas as observações;

g_i = efeito do i -ésimo nível de grãos de girassol;

v_j = efeito do j -ésimo nível de vitamina E;

$(gv)_{ij}$ = interação entre níveis de grãos de girassol e níveis de vitamina E;

e_{ijk} = erro aleatório residual.

O delineamento experimental utilizado para as demais variáveis foi o inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 2 x 2 x 3, de acordo com o modelo matemático abaixo (2 níveis de inclusão com ou sem grãos de girassol x 2 níveis de vitamina E: 0 e 1000 mg/ kg MS dieta e 3 tempos de maturação: 0, 7 e 14 dias).

$$x_{ijkl} = m + g_i + v_j + t_k + (gv)_{ij} + (gt)_{ik} + (vt)_{jk} + (gvt)_{ijk} + e_{ijkl}$$

em que: x_{ijkl} = representa as variáveis dependentes;

m = média geral de todas as observações;

g_i = efeito do i -ésimo nível de grãos de girassol;

v_j = efeito do j -ésimo nível de vitamina E;

t_k = efeito do k -ésimo dia de maturação;

$(gv)_{ij}$ = interação entre níveis de grãos de girassol e níveis de vitamina E;

$(gt)_{ik}$ = interação entre níveis de grãos de girassol e níveis de maturação;

$(vt)_{jk}$ = interação entre níveis de vitamina E e dias de maturação;

$(gvt)_{ijk}$ = interação entre níveis de grãos de girassol, níveis de vitamina E e níveis de maturação;

e_{ijkl} = erro aleatório residual.

O delineamento experimental utilizado para a análise sensorial foi o inteiramente casualizado, com 2 tratamentos, como pode ser observado no modelo matemático abaixo (sem grãos de girassol e sem vitamina E e com grãos de girassol e com vitamina E) e 30 repetições.

$$x_{ij} = m + t_i + e_{ij}$$

em que: x_{ij} = representa as variáveis dependentes;

t_i = efeito do tratamento;

e_{ij} = erro aleatório residual.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey com 5% de significância. Para as análises estatísticas, utilizou-se o Programa AgroEstat v.1.0 e os modelos matemático abaixo (BARBOSA; MALDONADO, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os diferentes tratamentos não influenciaram ($P > 0,05$) o pH aos 45 minutos e 24 horas após o abate (Tabela 1). No entanto, o declínio do pH de 6,56 para 5,62, observado 24 horas após o abate, evidenciou adequado processo de *rigor mortis*

(MURRAY, 1995). Resultados similares foram reportados por Sañudo et al. (1998), que encontraram para carne ovina, valores de 6,56 a 6,69 para pH 45 minutos, e de 5,66 a 5,78 para pH 24 horas, e indicam a inexistência de estresse pré-abate, uma vez que pouca susceptibilidade ao estresse pela espécie ovina, acarreta em queda normal do pH Devine et al. (1993), o que sugere que outros parâmetros indicadores da qualidade da carne, como capacidade de retenção de água, cor e força de cisalhamento, apresentem bons resultados, já que estes são influenciados pelo pH.

Mitsumoto et al. (1998), ao avaliarem o pH 0 e 24 horas após o abate no músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros suplementados com vitamina E, obtiveram maior valor (6,72) para pH inicial em comparação ao obtido neste estudo (6,47); entretanto, para o pH 24 horas o valor de 5,40 foi inferior ao desta pesquisa.

Tabela 1. pH do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com grãos de girassol associados à vitamina E

Parâmetro	pH	
	(45 minutos)	(24 horas)
Vitamina E (E)		
Sem vitamina E	6,54 a	5,46 a
Com vitamina E	6,48 a	5,41 a
Teste F	0,53	1,36
P	0,4781	0,2603
DMS	0,17	0,08
Grãos de girassol (G)		
Sem grãos de girassol	6,52 a	5,45 a
Com grãos de girassol	6,50 a	5,42 a
Teste F	0,05	0,45
P	0,8302	0,5122
DMS	0,17	0,08
Teste F interação E x G	0,01	6,04*
P	0,9051	0,0257
CV (%)	2,83	1,65

Valores seguidos por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$); P = probabilidade; DMS = diferença mínima significativa; Teste F para interação vitamina E x grãos de girassol; CV = coeficiente de variação.

Rizzi et al. (2002) não encontraram diferenças ($P > 0,05$) no pH final da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo inclusão de soja extrusada ou grãos de girassol. Santos-Silva, Bessa e Mendes (2003) ao avaliarem dietas contendo grão de

girassol, grãos de milho e farelo de girassol, também não encontraram influência ($P>0,05$) da dieta no pH da carne, as médias encontradas foram 5,67 para as dietas avaliadas. Liu, Lanari e Schaefer (1995), em seus trabalhos, reportaram que a suplementação com vitamina E não afetou ($P<0,05$) o pH das carnes provenientes do músculo *Longissimus*, com valor de 5,92. Resultados similares foram obtidos por Morris et al. (1997), que constataram diferenças ($P<0,05$) no pH de carnes bovinos suplementados com 800 mg de vitamina E/animal/dia.

Quanto às dietas, ao avaliar o efeito da suplementação de 300 mg vitamina E/animal/dia sobre a qualidade da carne bovina, Liu, Lanari e Schaefer (1995) não verificaram diferença ($P>0,05$) nos valores médios de pH aos 45 minutos que foram 6,10 e 5,35 para pH 24 horas após o abate. Byrne, Troy e Buckely (2000), analisando o efeito da suplementação de vitamina E sobre a qualidade do músculo *Longissimus dorsi* na carne bovina quanto às dietas, não verificaram diferença ($P>0,05$) nos valores médios de pH aos 45 minutos e 24 horas, cuja média foi de que foram 6,10 para pH aos 45 minutos e de 5,34, para pH 24 horas após o abate.

A interação entre os fatores diferiu ($P<0,05$) para o pH 24 horas, sendo influenciado pelos grãos de girassol associados à vitamina E, o que demonstra que os mesmos são interdependentes. Na Tabela 2, constam os resultados de desdobramento da interação entre os fatores estudados E x G (vitamina E e grãos de girassol).

Tabela 2. Desdobramento da interação vitamina E e grãos de girassol para o parâmetro pH 24 horas do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com grãos de girassol associados à vitamina E

Parâmetro	pH		Teste F	P
	Sem grãos de girassol	Com grãos de girassol		
Sem vitamina E	5,53 ^{Aa}	5,40 ^{Ba}	4,89*	0,0418
Com vitamina E	5,38 ^{Ab}	5,45 ^{Aa}	1,60 ^{NS}	0,2243
Teste F	6,57*	0,83 ^{NS}		
P	0,0208	0,3748		

^{a,b} Dentro de um mesmo fator, médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey. ^{A,B} Dentro de um mesmo fator, médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem pelo teste de Tukey.

Os valores de pH da carne de cordeiros deste trabalho estão em conformidade com os valores normais da carne ovina de acordo com informações da literatura científica (BYRNEA; TROY; BUCKELY, 2000; ZEOLA et al., 2007). Segundo Bonagurio (2003), o pH da carne modifica suas características de qualidade (cor, capacidade de retenção de água e maciez), além de alterar as características organolépticas da carne, sendo o pH da carne um dos parâmetros de qualidade mais importantes, pois interfere nos demais atributos.

Na Tabela 2, percebe-se que houve efeito no pH final da carne de cordeiros na dieta D1 com o pH 24 horas (5,53) superior aos animais observados dos tratamentos D2 (5,40) e D3 (5,38). O maior valor observado foi para os animais do tratamento com vitamina E sem grãos de girassol (5,38) e foi equivalente ao tratamento com vitamina E com grãos de girassol (5,45). O menor valor observado foi para a dieta sem vitamina E e sem grãos de girassol.

Com relação à temperatura (Tabela 3), não houve efeito ($P > 0,05$) dos tratamentos sobre a temperatura aos 45 minutos e 24 horas após o abate com valores médios de $36,37^{\circ}\text{C}$ e $7,57^{\circ}\text{C}$, respectivamente. Resultados similares foram reportados por Oliveira et al. (2004), que encontraram queda de temperatura nos músculos *Longissimus dorsi* e *Triceps brachii* de cordeiros Santa Inês com valores de $28,58^{\circ}\text{C}$ para o tempo 0 horas, e de $6,26^{\circ}\text{C}$ para o tempo 8 horas após o abate, não sendo observado efeito ($P > 0,05$) entre as dietas nas diferentes temperaturas aos 45 minutos e 24 horas. Segundo os mesmos autores, quando a temperatura do músculo atingiu valores inferiores a 10°C antes da décima hora após o abate, observou-se a ocorrência de encurtamento pelo frio.

Zeola et al. (2007), ao estudarem a curva de queda da temperatura no músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Morada Nova durante a instalação do *rigor mortis*, constataram que o declínio apresentou comportamento exponencial, indicando uma rápida queda nas primeiras horas *post mortem*, seguida de estabilização.

Tabela 3. Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com grãos de girassol associados à vitamina E

Parâmetro	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	
	(45 minutos)	(24 horas)
Vitamina E (E)		
Sem vitamina E	36,09 a	7,58 a
Com vitamina E	36,65 a	7,57 a
Teste F	0,15	0,00
P	0,7003	0,9909
DMS	3,00	2,9186
Grãos de girassol (G)		
Sem grãos de girassol	36,37 a	7,43 a
Com grãos de girassol	36,37 a	7,72 a
Teste F	0,00	0,04
P	0,9972	0,8392
DMS	3,00	2,9186
Teste F interação E x G	0,09	0,00
P	0,7627	0,9521
CV (%)	8,70	40,62

Valores seguidos por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$); P = probabilidade; DMS = diferença mínima significativa; Teste F para interação vitamina E x grãos de girassol; CV = coeficiente de variação.

Quanto à cor, não houve efeito ($P > 0,05$) dos tratamentos com e sem grãos de girassol associados à vitamina E sobre os valores de (L^* , a^* e b^*), aos 45 minutos e 24 horas após o abate (Tabela 4). Observou-se também aos 45 minutos L^* mais elevada (33,21) na carne de cordeiros suplementados com vitamina E em relação aos não suplementados (32,06) o mesmo aconteceu com grãos de girassol, cujos valores foram 34,15 e 31,13, respectivamente. Rizzi et al. (2002) não encontraram diferenças ($P > 0,05$) na cor da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo inclusão de soja extrusada ou grãos de girassol. Segundo os mesmos autores, para a variável cor, os valores de L^* foram 40,0 e 37,1; a^* foram de 18,5 e 17,9 e b^* de 3,6 e 2,8, para os animais suplementados com 10% e 20% de grãos de girassol, respectivamente.

Santos-Silva, Bessa e Mendes, (2003) ao avaliarem dietas contendo grãos de girassol, grãos de milho e farelo de girassol, não verificaram diferenças ($P > 0,05$), nos parâmetros a^* (17,5 e 17,9) e b^* (2,7 e 3,2), no entanto, encontraram maior valor de L^* ($P < 0,01$) nos animais que receberam dietas contendo grãos de girassol (41,2), em relação aos que receberam grãos de milho e farelo de girassol (38,9).

Wheeler e Koohmaraie (1999), ao estudarem o efeito de diferentes concentrações de vitamina E (300, 400 e 500 mg/animal/dia) na alimentação de cordeiros em terminação, não encontraram efeito das dietas ($P > 0,05$) sobre a cor da carne (L^*) determinada no músculo *Longissimus dorsi*, aos 45 minutos e 24 horas, com média de 41,66, respectivamente.

Dufresne et al. (2000) trabalhando com animais suplementados com 500 mg de vitamina E /animal/dia de durante 126 dias, não verificou diferenças ($P > 0,05$) na cor da carne no músculo *Longissimus dorsi* aos 45 minutos e 24 horas *post mortem*, com valores de 40,67; 16,08 e 5,50, para os parâmetros L^* , a^* e b^* , respectivamente. Porém Liu; Lanari e Schaeffer (1995), avaliando a suplementação de vitamina E em bovinos Belgian Blue aos 45 minutos e 24 horas, para os tratamentos com e sem vitamina E na dieta, encontraram valores de luminosidades (L^*), maiores nos tratamentos com vitamina E (42,35) em relação aos tratamentos sem vitamina E (38,24), respectivamente.

Kannan, Chawan e Kouakou (2001), trabalhando com carne de cabras espanholas, reportaram que animais suplementados com vitamina E apresentaram valores superiores 34,21 e 1,25 para L^* e b^* e inferiores 11,22 para a^* aos 45 minutos e inferiores 39,15; 12,04 e 1,48 para L^* , a^* e b^* às 24 horas, respectivamente, em relação aos obtidos no presente estudo. Os valores de b^* que normalmente determinam o teor de amarelo, foram inferiores aos reportados na literatura Sañudo et al. (1996), provavelmente pela

baixa quantidade de caroteno nos concentrados (60% das dietas), haja vista que o farelo de soja apresenta deficiência desse pigmento, o qual é influenciado pela presença de betacaroteno na gordura (KOOHMARAIE; DUMONT; WHEELER, 1996).

Macit et al. (2003a) ao estudarem a influência da vitamina E na cor do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros suplementados com 45mg de vitamina E por 75 dias, não encontraram diferenças ($P > 0,05$) entre os grupos suplementados e não suplementados. Kerry et al. (2000) ao avaliarem a cor no músculo *Longissimus dorsi* embalado a vácuo de cordeiros suplementados com 1000mg α -tocoferol acetato/ kg da ração, por nove semanas, não observaram diferenças ($P > 0,05$) entre os animais suplementados e não suplementados com vitamina E, nos parâmetros L^* e b^* , já o valor de a^* foi maior ($P < 0,01$) no grupo suplementado.

Tabela 4. Parâmetros de cor do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com grãos de girassol associados à vitamina E

Parâmetro	Cor (45 minutos)			Cor (24 horas)		
	L^*	a^*	B^*	L^*	A^*	b^*
Vitamina E (E)						
Sem vitamina E	32,06 a	13,71 a	1,09 a	41,08 a	13,24 a	1,81 a
Com vitamina E	33,21 a	11,22 a	1,23 a	40,16 a	13,05 a	1,59 a
Teste F	0,65	1,57	0,18	0,64	0,11	0,20
P	0,4322	0,2281	0,6807	0,4360	0,7401	0,6582
DMS	3,0335	0,8272	0,7132	2,4464	1,2497	1,0204
Grãos de girassol (G)						
Sem grãos de girassol	31,13 a	11,82 a	1,14 a	40,75 a	13,96 a	1,72 a
Com grãos de girassol	34,15 a	11,11 a	1,18 a	40,49 a	12,33 a	1,68 a
Teste F	4,44	3,3	0,01	0,05	7,64	0,01
P	0,0513	0,0880	0,9092	0,822	0,0139	0,9332
DMS	3,0335	0,8272	0,7132	2,4464	1,2497	1,0204
Teste F interação E x G	0,54	0,00	1,34	0,51	1,87	0,15
P	0,4741	0,9577	0,2645	0,4865	0,1899	0,7058
CV (%)	9,80	7,60	64,59	6,35	10,02	63,18

Valores seguidos por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$); P = probabilidade; DMS = diferença mínima significativa; Teste F para interação vitamina E x grãos de girassol; CV = coeficiente de variação; L^* = luminosidade; a^* = teor de vermelho e b^* = teor de amarelo.

Arquimede et. al. (2008), ao estudarem o efeito da inclusão de níveis crescentes de suplementação de vitamina E (0, 150, 300, 600 500 mg/animal/dia de vitamina E) nas dietas de cordeiros confinados, verificaram no músculo *Longissimus lumborum*, 24 horas pos-abate, que a cor da carne apresentou 44,38 para L^* , 19,25 para o teor de a^* e

6,60 para o teor de b^* . Os mesmos autores observaram menor suscetibilidade nos valores de L^* , a^* e b^* , aos 45 minutos *post mortem*, nos músculos *Semimembranosus* e *Longissimus dorsi* frente à oxidação lipídica e à mioglobina (proteína responsável pela cor da carne) nos músculos desses animais suplementados por 55 dias pré-abate com 300 mg/animal/dia de vitamina E

Na Tabela 5, estão as medidas de pH e cor do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com grãos de girassol associados à vitamina E em diferentes tempos de maturação. Houve diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos e também entre os dias de maturação. A interação não foi significativa, indicando que as dietas não influenciaram nos dias de maturação e vice-versa. Os valores de pH encontrados, neste trabalho, variaram de 5,53 a 5,64, sendo o maior valor aos 14 dias de maturação, enquanto o menor valor foi para o tratamento sem vitamina E com 0 dia de maturação.

Zapata et al. (2000), em estudo para averiguar a evolução do pH durante a maturação do músculo *Semimembranosus* de cordeiros, observaram que houve aumento do pH conforme aumentou o tempo de maturação. Madruga, Sousa e Rosales (2005), avaliando o efeito do tempo de maturação no pH final da carne caprina proveniente dos músculos *Bíceps femoris* e *Semimembranosus*, observaram que houve influência ($P > 0,05$) da maturação sobre o pH da carne, com valores medios de 5,84 e 6,92.

Macit et al. (2003c) ao estudarem a influência da maturação no pH do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros suplementados com 45mg de vitamina E por 75 dias não encontraram diferenças ($P > 0,05$) na cor e no pH da carne nos tempos 2, 4, 7 e 12 dias de maturação. No entanto, nos animais do grupo sem vitamina E o pH da carne maturada por 12 dias (5,86) foi maior ($P < 0,01$) do que o da carne maturada por 2 (5,63), 4 (5,64) e 7 (5,74) dias.

Com relação ao teor de luminosidade (L^*) no presente estudo, não houve diferença ($P > 0,05$) entre as dietas, porém houve diferença ($P < 0,05$) entre os dias de maturação, indicando que o efeito dos diferentes dias de maturação foi significativo para o teor L^* . Contudo, o maior valor para L^* foi observado aos 14 dias, o qual não diferiu dos 7 dias de maturação. A interação não foi significativa, indicando que as dietas não influenciaram nos dias de maturação.

Tabela 5. pH e parâmetros de cor do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com grãos de girassol associados à vitamina E em diferentes dias de maturação

Parâmetro	pH	Cor		
		L^*	a^*	b^*
Vitamina E (E)				
Sem vitamina E	5,53 b	41,76 a	12,35 a	3,81 b
Com vitamina E	5,61 a	42,89 a	12,09 a	4,69 a
Teste F	7,84**	2,25NS	0,12NS	4,97*
P	0,0074	0,1403	0,7343	0,0306
DMS	0,0581	1,5126	1,5331	0,0504
Grãos de girassol (G)				
Sem grãos de girassol	5,56 a	42,09 a	12,92 a	4,00 a
Com grãos de girassol	5,59 a	42,57 a	11,53 a	4,49 a
Teste F	1,22NS	0,40NS	3,32NS	2,13NS
P	0,2758	0,5295	0,0745	0,1506
DMS	0,0581	1,5126	1,5331	0,0504
Dias de maturação (M)				
0 dia	5,53 b	40,14 b	13,24 a	2,07 b
7 dias	5,56 ab	42,66 a	12,38 a	4,45 a
14 dias	5,63 a	44,19 a	11,05 a	6,22 a
Teste F	4,67*	9,85**	2,80NS	25,78**
P	0,0140	0,0003	0,0705	< 0,0001
DMS (5%)	0,0855	2,2284	2,2586	0,0742
Teste F interação E x G	1,19NS	0,39NS	0,01NS	11,88**
Teste F interação E x M	2,27NS	0,81NS	0,13NS	2,23NS
Teste F interação G x M	0,04NS	0,63NS	0,06NS	0,33NS
Teste F interação E x G x M	0,41NS	2,17NS	0,49NS	1,12NS
CV (%)	2,01%	6,88%	24,16%	10,26%

Valores seguidos por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$); P = probabilidade; DMS = diferença mínima significativa; Teste F para interação; CV = coeficiente de variação; L^* = luminosidade; a^* = teor de vermelho e b^* = teor de amarelo.

Powell (1991), trabalhando com carnes provenientes de bovinos suplementados com vitamina E em relação aos não suplementados, observou diferenças ($P < 0,05$) entre

o valores de L^* (40,05; 42,04 e 44,33) aos 0, 7 e 14 dias de maturação. Em outros estudos, Mitchell et al. (1991) analisando carne de cordeiros não encontraram diferenças ($P>0,05$) entre os valores L^* medido após 3, 10 e 21 dias de maturação a $0 - 1^\circ\text{C}$ com valores 38,27, respectivamente. Sañudo et al. (1996), estudando o efeito das dietas sobre as características da carne proveniente de raças espanholas, também não verificaram efeito das dietas sobre L^* . Sañudo et al. (1998) observaram diferenças ($P<0,05$) nos valores de L^* para as carnes de cordeiros suplementados com vitamina E (41,26) e sem vitamina E (39,80), valores estes próximos aos encontrados no presente experimento. Os mesmos autores, ao avaliarem a cor da carne proveniente do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros, não constataram diferença entre as dietas e dias de maturação para os parâmetros luminosidade (L^*) e vermelho (a^*), havendo diferença ($P<0,05$) no teor de amarelo (b^*).

Resultados similares foram obtidos por Zapata et al. (2000) que, ao avaliarem a cor da carne de cordeiros proveniente do músculo *Longissimus dorsi*, constataram não haver diferença ($P>0,05$) entre as dietas e dias de maturação para os parâmetros luminosidade (L^*), e teor de vermelho (a^*), havendo diferença ($P<0,05$) no teor de amarelo (b^*).

Macit et al. (2003b) observaram que a carne proveniente de ovinos não suplementados com vitamina E teve menor valor de a^* no período de 7 dias de maturação ($P < 0,01$) em relação aos animais suplementados. Com animais suplementados, o valor de a^* foi de 17,49 para 2 dias de maturação, 16,67 para 4 dias, 13,61 para 7 dias e 16,25 para 12 dias de maturação da carne.

Fernandez, Marsico e Silva (2003) ao avaliarem diferentes períodos de maturação (7, 14 e 30 dias) na carne de bovinos, não observaram diferença ($P>0,05$) no músculo *Longissimus dorsi*, cujos valores foram 39,73; 22,63 e 14,08 para L^* , a^* e b^* ,

respectivamente. Gonçalves et al. (2004) também não encontraram diferenças ($P > 0,05$) na cor da carne de cordeiros nos dias de maturação (1, 3, 7 e 14 dias), mas ao avaliarem a influência da maturação no pH da carne de cordeiros, encontraram efeito significativo ($p=0,0092$) no sétimo dia, quando o pH da carne baixou para 5,49, em relação ao do início da maturação (5,59).

Madruga; Sousa; Rosales (2005), trabalhando com carne caprina proveniente dos músculos *Biceps femoris* e *Semimembranosus*, observaram efeito do tempo de maturação no teor de L^* com valores médios de 39,06 e 41,42. Em geral, os dados obtidos para a variável L^* foram inferiores aos reportados na literatura os quais variaram entre 44,56 a 45,58, em diferentes dias de maturação (SAÑUDO et al., 1996; SAÑUDO et al., 1997; SAÑUDO et al., 1998; SAÑUDO et al., 1998a). No presente trabalho, as médias de luminosidade (L^*) na carne de cordeiro variaram de 40,14 a 44,19.

Com relação ao teor de vermelho (a^*), as médias não diferiram para os fatores estudados. A interação não foi significativa, indicando que a inclusão ou não de vitamina E e grãos de girassol e os dias de maturação não influenciaram o teor de vermelho das carnes.

No teor de amarelo (b^*), houve diferença ($P < 0,05$) entre a inclusão ou não de vitamina E e entre os dias de maturação, indicando que a variável b^* sofreu alteração com o passar dos dias de maturação, com maiores valores observados para o tratamento com vitamina E (4,69). Para dias de maturação, o maior valor de b^* ocorreu aos 14 dias (6,22), não diferindo do valor obtido aos 7 dias de maturação (4,45). Resultados similares foram reportados por Zapata e Seabra (2003) que, trabalhando com carne caprina maturada, também observaram diferença ($P < 0,05$) entre as dietas e dias de

maturação, com valores de b^* de 2,24 para carnes não maturadas e 3,14 para carnes maturadas por 7 dias.

A interação entre os fatores vitamina E e grãos de girassol foi significativa ($P < 0,05$) para o teor amarelo (b^*), demonstrando interdependência entre grãos de girassol e vitamina E. Já as interações do tempo com vitamina E e grãos de girassol não foram significativas ($P > 0,05$). Na Tabela 6, constam os resultados de desdobramento da interação entre vitamina E e grãos de girassol para teor de amarelo (b^*).

Tabela 6. Desdobramento da interação vitamina E e grãos de girassol, para o teor amarelo b^* proveniente do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com grãos de girassol associados à vitamina E

Parâmetro	b^*		Teste F	P
	Sem grãos de girassol	Com grãos de girassol		
Sem vitamina E	2,76 ^{Bb}	4,86 ^{Aa}	12,04**	0,0011
Com vitamina E	5,25 ^{Aa}	4,12 ^{Aa}	1,97NS	0,1667
Teste F	16,10**	0,74NS		
P	0,0002	0,3934		

^{a,b} Dentro de um mesmo fator, médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey.

^{A,B} Dentro de um mesmo fator, médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem pelo teste de Tukey.

Na Tabela 6, houve efeito da vitamina E dentro das concentrações de grãos de girassol. O maior teor de amarelo (b^*) foi verificado na carne de cordeiros que receberam dieta com vitamina E (5,25), enquanto que o menor valor foi registrado na carne dos que receberam dieta com vitamina E e sem grãos de girassol (2,76).

Na Tabela 7, estão apresentadas os valores de perdas de peso na cocção, força de cisalhamento, capacidade de retenção de água, vitamina E e número de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico, da carne proveniente do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Ile de France alimentados com grãos de girassol associados à vitamina E, em diferentes dias de maturação.

Não houve efeito ($P > 0,05$) entre dietas e dias de maturação para as perdas de peso por cocção, cujo valor médio foi de 38,74 %. Corroborando com esses resultados

Sañudo et al. (1996) citou que, conforme aumentou o tempo de maturação, as perdas de peso por cocção tenderam a ser maiores. Sendo assim, Zapata et al. (2000) observaram no músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros, que conforme aumentou o tempo de maturação, a perda de peso por cocção foi maior; para as carnes não maturadas a perda foi de 26,96 %; entretanto para as carnes maturadas por 21 dias a perda foi de 34,92 %. Os mesmos autores, não constataram influência ($P > 0,05$) do tempo de maturação (7 dias) sobre a perda de peso por cocção na carne caprina proveniente dos músculos *Bíceps femoris* e *Semimembranosus*, tendo como valor médio de 28,15 %.

Tabela 7. Perdas de peso por cocção (PPC), força de cisalhamento (FC), capacidade de retenção de água (CRA), concentração de vitamina E (vit. E) e número de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) proveniente do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Ile de France alimentados com grãos de girassol associados à vitamina E em diferentes dias de maturação

Parâmetro	PPC (%)	FC (Kgf/cm ²)	CRA (%)	Vit. E (mg/kg amostra)	TBARS (mg malonaldeído/kg amostra)
Vitamina E (E)					
Sem vitamina	38,60 a	1,99 a	61,06 b	0,36 b	0,17 a
Com vitamina	38,87 a	1,88 a	63,36 a	0,64 a	0,17 a
Teste F	0,03NS	0,55NS	6,53 *	735,74**	0,05NS
P	0,8659	0,4617	0,0138	< 0,0001	0,8189
DMS	3,1715	0,2951	1,8054	0,0214	0,0116
Grãos de girassol (G)					
Sem grãos de girassol	38,86 a	1,89 a	61,22 b	0,50 a	0,15 b
Com grãos de girassol	38,61 a	1,99 a	63,20 a	0,50 a	0,18 a
Teste F	0,03NS	0,41NS	4,88 *	0,05NS	29,15 **
P	0,8739	0,5272	0,0320	0,8320	<0,0001
DMS	3,1715	0,2951	1,8054	0,0214	0,0116
Dias de maturação (M)					
0 dia	37,08 a	2,49 a	62,90 a	0,53 a	0,10 b
7 dias	38,55 a	1,61 b	61,15 a	0,46 b	0,10 b
14 dias	40,58 a	1,71 b	62,58 a	0,52 a	0,29 a
Teste F	1,65NS	14,45**	1,45NS	16,72**	485,84**
P	0,2020	< 0,0001	0,2444	< 0,0001	<0,0001
DMS (5%)	4,6722	0,4347	2,6597	0,0317	0,0171
Teste F interação E x G	4,27*	0,09NS	1,53NS	6,62 *	25,47**
Teste F interação E x M	1,90NS	2,59NS	1,68NS	26,00**	23,36**
Teste F interação G x M	1,46NS	2,12NS	1,55NS	33,38**	33,26**
Teste F interação E x G x M	0,20NS	1,22NS	1,48NS	39,47**	6,51**
CV (%)	15,77%	29,30%	5,59%	6,20%	13,31%

Valores seguidos por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$); P = probabilidade; DMS = diferença mínima significativa; Teste F para interação; CV = coeficiente de variação.

Ao estudarem a influência de dietas contendo soja extrusada e grãos de girassol na qualidade da carne de cordeiros, Rizzi et al. (2002) não observaram diferenças ($P>0,05$) para perdas de peso por cocção. Madruga et al. (2002), ao avaliarem o efeito do tempo de maturação (0 e 7 dias) nos músculos *Longissimus dorsi*, *Semimembranosus* e *Biceps femoris* de caprinos, não observaram efeito ($P>0,05$) da maturação na perda de peso por cocção, cujo valor médio foi de 22,71%. Gonçalves et al. (2004), em estudo para avaliar o efeito do tempo de maturação (1, 3, 7 e 14 dias) sobre as perdas de peso na cocção na carne de ovinos, não observaram efeito ($P>0,05$) do tempo de maturação sobre as perdas de peso na cocção que foi de 21,57%, valor inferior aos desta pesquisa. Em estudos realizados por Zeola et al. (2005), o tempo de maturação (0, 7 e 14 dias) não influenciou ($P>0,05$) a perda de peso por cocção dos músculos *Biceps femoris*, *Longissimus* e *Triceps brachii*, com valores de 34,66; 30,50 e 34,59 %, respectivamente.

A interação entre os fatores foi significativa a 5% pelo teste F para perda de peso por cocção, sendo influenciada pelos grãos de girassol associados à vitamina E, demonstrando interdependência entre grãos de girassol e vitamina E. Na Tabela 8, constam os resultados de desdobramento da interação entre os fatores estudados E x G (vitamina E e grãos de girassol). Entretanto, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade não houve diferença entre as demais interações (E x M, G x M e E x G x M) nem entre os dias de maturação de maneira isolada (0, 7 e 14 dias) indicando que a maturação não interferiu nos valores de perda de peso por cocção.

Tabela 8. Desdobramento da interação vitamina E e grãos de girassol, para perdas de peso por cocção (PPC) do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com grãos de girassol associados à vitamina E

Parâmetro	PPC		Teste F	P
	Sem grãos de girassol	Com grãos de girassol		
Sem vitamina E	40,36 ^{Aa}	36,85 ^{Aa}	2,48NS	0,1220

Com vitamina E	40,38 ^{Aa}	37,37 ^{Aa}	1,82NS	0,1840
Teste F	1,80NS	2,50NS		
P	0,1863	0,1204		

^{a,b} Dentro de um mesmo fator, médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey. ^{A,B} Dentro de um mesmo fator, médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem pelo teste de Tukey.

Para a medida de força de cisalhamento (kgf/cm^2), não houve diferença ($P > 0,05$) entre as dietas, porém houve diferença a 5% de probabilidade pelo teste F entre os dias de maturação. A interação não foi significativa, indicando que a inclusão ou não de vitamina E e grãos de girassol e a maturação não influenciaram a força de cisalhamento da carne dos cordeiros. Os menores valores para força de cisalhamento foram observados aos 7 ($1,61 \text{ kgf/cm}^2$) e 14 ($1,71 \text{ kgf/cm}^2$) dias de maturação, não diferindo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fernandes, Sampaio e Henrique (2008) ao avaliarem a maciez da carne de bovinos Canchim submetidos a dois tratamentos: silagem de milho + farelo de soja e cana-de-açúcar + ao farelo de soja + grãos de girassol, abatidos aos 240 kg de peso corporal, não constataram diferenças na maciez, avaliada no músculo *Longissimus dorsi*, com valor de $3,53 \text{ kgf/cm}^2$. Da mesma forma, ao estudarem as características qualitativas da carne de bovinos Nelore alimentados com diferentes fontes de gordura (caroço de algodão, sementes de girassol e soja “in natura”), Souza (2008) não constatou efeito das fontes lipídicas sobre a maciez da carne bovina proveniente do músculo *Longissimus dorsi*, com valor de $3,94 \text{ kgf/cm}^2$. Costa (2009) também não observou diferenças na maciez da carne ($4,64 \text{ kgf/cm}^2$), ao estudar o efeito da inclusão de caroço de algodão (0; 14,35; 27,51 e 34,09%) na dieta de bovinos confinados.

Field (1971) demonstrou que a maturação exerce efeito intenso no *Longissimus dorsi* e, associaram este efeito ao maior teor de colágeno do *Longissimus*. O mesmo autor relata que a força de cisalhamento diminui de $11,31 \text{ kgf/cm}^2$ (2 dias de maturação)

para 7,13 kgf/cm² (21 dias de maturação) no músculo *Longissimus* de bovinos. Este fato pôde ser observado nesta pesquisa, pois no músculo *Longissimus dorsi* a força de cisalhamento diminuiu de 2,49 kgf/cm² para 1,61 kgf/cm², 7 dias de maturação.

Koohmaraie, Whipple e Crouse (1990) ao avaliarem o efeito da maturação na carne ovina observaram redução na força de cisalhamento para carne maturada durante 1 e 7 dias, com valores de 8,9 e 5,4 kgf/cm², respectivamente. Resultados semelhantes foram reportados por Liu, Lanari e Schaefer (1995) que, trabalhando com carne de bovinos suplementados com vitamina E e avaliando a maciez do músculo *Longissimus dorsi*, observaram que não houve efeito ($P>0,05$) entre as dietas com valores médios de 7,93 e 4,9 kgf/cm², porém, houve efeito ($P<0,05$) entre os dias de maturação. De acordo com Wheeler e Koohmaraie (1999) quanto mais macia for a carne, menos efetivo será o tratamento com suplementação de vitamina E.

Zapata et al. (2000) ao avaliarem a maciez no músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros, observaram que as amostras não maturadas apresentaram maior força de cisalhamento (8,86 kgf/cm²) em relação às amostras maturadas durante 21 dias (6,77 kgf/cm²). Segundo os mesmos autores, o tempo de maturação 21 dias influenciou ($P>0,05$) a maciez do músculo *Triceps brachii*, cujo valor médio foi de 8,70 kgf/cm².

Heinemann e Pinto (2003) observaram que a maturação influenciou a maciez da carne, promovendo redução de aproximadamente 30% na força de cisalhamento em carnes maturadas durante 14 dias. Do mesmo modo, Jennings, Berry e Joseph (1978), ao avaliarem a força de cisalhamento da carne proveniente do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos, observaram que as carnes maturadas por 7 e 14 dias apresentaram-se mais macias (2,63 kgf/cm²) em comparação àquelas não maturadas (3,97 kgf/cm²).

Madrugá, Sousa e Rosales (2005) ao avaliarem o efeito da maturação nos músculos *Longissimus dorsi*, *Semimembranosus* e *Biceps femoris* de caprinos,

observaram efeito ($P>0,05$) da maturação sobre a maciez da carne; as carnes não maturadas apresentaram maior força de cisalhamento (13,71; 13,51 e 12,98 kgf/cm²) em relação às aquelas maturadas por 0, 7 e 14 dias, que apresentaram menor força de cisalhamento (11,21; 10,92 e 10,72 kgf/cm²).

Frescura, Pires e Rocha (2005), avaliando a maciez da carne *Longissimus dorsi* de cordeiros Ile de France x Texel criados em confinamento e abatidos aos 28 kg, observaram força de cisalhamento de 3,03 kgf/cm² em carnes maturadas em relação a carnes não maturadas 4,45 kgf/cm². As médias para força de cisalhamento variaram de 1,61 a 2,49 kgf/cm² para o músculo *Longissimus dorsi* no presente trabalho. Entretanto, na literatura, grandes variações são encontradas nos resultados entre os autores, desde médias de 1,5 a 15,10 kgf/cm² (KOOHMARAIE; DUMONT; WHEELER, 1996; SAÑUDO et al., 1997).

Na capacidade de retenção de água (expressa em % de água retida), houve diferença ($P<0,05$) entre os tratamentos com e sem grãos de girassol e também entre os tratamentos com e sem vitamina E, porém, o fator tempo de maturação não afetou ($P>0,05$) a capacidade de retenção de água do músculo *Longissimus dorsi*. A interação não foi significativa, indicando que os fatores avaliados não são interdependentes entre si. Santos-Silva, Bessa e Mendes (2003) ao analisarem o efeito da suplementação com grãos de girassol expandido e farelo de girassol associado aos grãos de milho na qualidade da carne de cordeiros da raça Merino mantidos em pastejo, não encontraram diferenças ($P>0,05$) para a capacidade de retenção de água, com valor de 35,9%.

Minks e Stringer, (1972) concluíram que tanto o tempo de maturação quanto à temperatura possuem influência ($P<0,05$) sobre as perdas observadas durante a maturação. Zapata et al. (2000) em estudo para avaliar a capacidade de retenção de água da carne proveniente do músculo *Semimembranosus* de cordeiros, observaram que no

início do processo de maturação (até 7 dias), a capacidade de retenção de água aumentou, com posterior queda aos 14 e 21 dias. Os mesmos autores, ao avaliarem a capacidade de retenção da carne de cordeiro maturada em diferentes períodos (0, 7 e 14 dias), observaram que as carnes não maturadas tiveram maior capacidade de retenção de água (73,10%) em relação às aquelas maturadas durante 7 dias (65,04%) e 14 dias (62,94%).

Zapata e Seabra (2003) ao avaliarem a capacidade de retenção de água da carne caprina maturada proveniente dos músculos *Biceps femoris* e *Semimembranosus*, não verificaram diferença ($P > 0,05$) neste parâmetro para carne não maturada por 7 dias, com média de 86,86%. Segundo Zeola et al. (2007), a capacidade de retenção de água dos músculos *Triceps brachii* é influenciada pelo tempo de maturação; as carnes não maturadas apresentaram maior capacidade de retenção de água (66,19 %) que aquelas maturadas durante 7 e 14 dias, as quais não diferiram entre si, com valor médio de 55,16%.

Na concentração de vitamina E (α -tocoferol), houve diferença ($P < 0,05$) entre as dietas com e sem vitamina E e também entre os dias de maturação a 1% de probabilidade. Os maiores valores para vitamina E foram observados nas dietas que continham vitamina E. Para efeito isolado dos dias de maturação, os maiores valores para vitamina E foram observados nas dietas que continham vitamina E e observados aos 0 e 14 dias, os quais foram equivalentes entre si. Resultados semelhantes foram reportados por Lauridsen, Buckey e Morrissey (1997) que, ao avaliarem a carne de cordeiros suplementados com 0, 500 e 1000 mg de vitamina E/ kg de dieta e Lauzurica, Fuente e Dias (2005) com 0, 600 e 800 mg de vitamina E/ kg de dieta, observaram também influência das dietas e dos dias de maturação, com valores de 0,67; 0,54 e 0,51 e 0,65; 0,52 e 0,49 para 0, 7 e 15 dias de maturação, respectivamente.

Liu, Lanari e Schaeffer (1995) informaram que a suplementação da dieta com 300 mg de vitamina E/kg animal/dia durante 9 meses melhorou o tempo de prateleira da carne de 5 dias (controle) para 8 (suplementado). Os mesmos autores informaram que bovinos que receberam 500 mg de vitamina E/kg da dieta por 126 dias aumentaram o tempo de prateleira da carne.

Segundo Lynch, Kerry e Buckley (1999), a suplementação de bovinos com 1000 mg de vitamina E/kg na dieta aumentou a concentração de vitamina E no tecido muscular, melhorando a coloração e a estabilidade oxidativa dos cortes cárneos *in natura* e congelados, demonstrando maior estabilidade lipídica e da oximioglobina, diminuindo a oxidação e mantendo as características qualitativas da carne durante seu armazenamento, seja resfriada ou congelada.

As interações entre os fatores vitamina E e grãos de girassol (E x G), vitamina E e tempos de maturação (E x M), grãos de girassol e tempos de maturação (G x M) e vitamina E, grãos de girassol e maturação (E x G x M) foram significativas ($P < 0,05$) fato que demonstra que grãos de girassol e vitamina E; vitamina E e tempo de maturação, grãos de girassol e tempo de maturação e vitamina E e grãos de girassol e tempo de maturação são interdependentes. Nas tabelas 9, 10 e 11, constam os resultados de desdobramento da interação entre os fatores estudados.

Tabela 9. Desdobramento da interação vitamina E e grãos de girassol, para concentração de vitamina E (Vit. E) do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com grãos de girassol associados à vitamina E

Parâmetro	Vit. E		Teste F	P
	Sem grãos de girassol	Com grãos de girassol		
Sem vitamina E	0,37 ^{Ab}	0,35 ^{Ab}	3,89NS	0,0604
Com vitamina E	0,63 ^{Aa}	0,65 ^{Aa}	2,78NS	0,1083
Teste F	301,39**	440,97**		
P	< 0,0001	< 0,0001		

^{a,b} Dentro de um mesmo fator, médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey.

^{A,B} Dentro de um mesmo fator, médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem pelo teste de Tukey.

Os maiores valores para vitamina E obtidos no músculo *Longissimus dorsi* foram para os tratamentos em que os cordeiros receberam vitamina E nas dietas (0,63 e 0,65), como pode ser observado na Tabela 9.

Tabela 10. Desdobramento da interação vitamina E e dias de maturação para a concentração de vitamina E (Vit. E) do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com grãos de girassol associados à vitamina E

Parâmetro	Vit. E		Teste F	P
	Sem vitamina E	Com vitamina E		
Maturação - 0 dia	0,35 ^{Ba}	0,71 ^{Aa}	398,49**	< 0,0001
Maturação - 7 dias	0,37 ^{Ba}	0,55 ^{Ab}	100,55**	< 0,0001
Maturação - 14 dias	0,36 ^{Ba}	0,67 ^{Aa}	288,70**	< 0,0001
Teste F	0,64NS	42,07**		
P	0,5342	< 0,0001		

^{a,b} Dentro de um mesmo fator, médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey. ^{A,B} Dentro de um mesmo fator, médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Quanto à interação entre vitamina E e o tempo de maturação, os maiores valores foram para as dietas com vitamina E aos 0 e 14 dias (0,71 e 0,67), enquanto que os menores foram nas dietas sem suplementação de vitamina E (0,35; 0,37 e 0,36) (Tabela 10).

Tabela 11. Desdobramento da interação grãos de girassol e dias de maturação, para concentração de vitamina E (Vit. E) do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com grãos de girassol associados à vitamina E

Parâmetro	Vit. E		Teste F	P
	Sem grãos de girassol	Com grãos de girassol		
Maturação - 0 dia	0,50 ^{Bb}	0,56 ^{Aa}	13,11**	0,0014
Maturação - 7 dias	0,44 ^{Bc}	0,48 ^{Ab}	7,76*	0,0103
Maturação - 14 dias	0,58 ^{Aa}	0,45 ^{Bb}	45,94**	< 0,0001
Teste F	31,32**	18,78**		
P	< 0,0001	< 0,0001		

^{a,b} Dentro de um mesmo fator, médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey. ^{A,B} Dentro de um mesmo fator, médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem pelo teste de Tukey.

Pelas informações contidas na tabela 11, percebe-se que houve efeito dos grãos de girassol dentro dos tempos de maturação e vice-versa. Com relação a interação grãos de girassol e tempo de maturação, o maior valor observado para vitamina E foi aos 14 dias de maturação associado à ausência de grãos de girassol (0,58), enquanto que o menor valor foi aos 7 dias de maturação (0,44) também na ausência de grãos de girassol.

Com relação ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), houve diferença ($P < 0,05$) entre os tratamentos com e sem grãos de girassol e também entre os dias de maturação a 1% de probabilidade pelo teste F. A interação foi significativa a 1% de probabilidade, indicando que as dietas influenciaram nos dias de maturação. A presença ou ausência de grãos de girassol também influenciou nos resultados com e sem vitamina E nos diferentes tempos de maturação.

Entretanto, pesquisas envolvendo a influência da utilização dos grãos de girassol na oxidação lipídica da carne de cordeiros são praticamente inexistentes na literatura. Para bovinos, Costa (2009) ao avaliarem a influência da inclusão do caroço de algodão na dieta, sobre a oxidação lipídica da carne, não constataram diferenças ($P > 0,05$) entre os tratamentos, encontrando valor de 0,01 mg de malonaldeído/kg de carne.

Liu, Lanari e Schaeffer (1995), observaram que dietas suplementadas com vitamina E são efetivas na redução da oxidação lipídica e na oxidação da mioglobina, evitando a descoloração em carnes frescas e congeladas. Os mesmos autores, observaram redução na oxidação da gordura e perdas por gotejamento com a suplementação de 2000 mg de vitamina E/animal/dia por 120 dias e concluíram que a duração da suplementação de vitamina E tende a ter um efeito mais claro do que o nível de suplementação em relação à cor e à estabilidade oxidativa da carne.

Lynch, Kerry e Buckley (1999), ao suplementarem bovinos com 2000 mg de vitamina E/kg da dieta, notaram que houve aumento da concentração de vitamina E no tecido muscular, o que melhorou a coloração e a estabilidade oxidativa dos cortes cárneos *in natura*, congelados e acondicionados a vácuo, demonstrando que a estabilidade lipídica e da oximioglobina aumentaram nas carnes desses animais alimentados com altas concentrações desse antioxidante natural.

Dufasne et al. (2000), ao suplementarem bovinos com doses diárias de 1000 mg de vitamina E por 154 dias, observaram diferença ($P < 0,05$) entre os dias de maturação, demonstrando que a oxidação lipídica foi reprimida nos dias 7, 9, 11 e 14 após o abate, mas a cor do músculo não foi afetada.

Macit et al. (2003c) ao estudarem os efeitos da suplementação da vitamina E na qualidade da carne de cordeiros da raça Morkaraman, observaram no músculo *Longissimus dorsi*, diferenças ($P < 0,05$) entre os grupos controle e suplementados com vitamina E, com valores de 0,35 e 0,17 mg de malonaldeído/kg de carne. Maior valor de TBARS no grupo não suplementado com vitamina E, indicou maior oxidação lipídica na carne destes cordeiros. Macit et al. (2003b) ao avaliarem a influência da suplementação com vitamina E sobre a qualidade da carne de cordeiros da raça Awassi, não constatarem diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos, para os cordeiros do grupo controle com valores de 0,40 mg de malonaldeído/kg de carne e 0,30 mg de malonaldeído/kg de carne, para os cordeiros suplementados com vitamina E.

Para a interação entre as dietas com vitamina E e os tempos de maturação estudados, observou-se o maior valor para TBARS aos 14 dias no tratamento sem vitamina E. O menor valor observado foi aos 0 dias sem vitamina E na dieta. Dessa maneira, podemos afirmar que, para o período mais longo de maturação, a presença de vitamina E na suplementação alimentar diminuiu o TBARS.

Em estudo realizado para avaliar a influência da maturação na oxidação lipídica da carne de cordeiros, SOUZA et al. (2007) encontraram valores de TBARS de 0,27 mg de malonaldeído/ kg de carne para amostras não maturadas e 2,51 mg de malonaldeído/ kg de carne para amostras maturadas por 15 dias. Macit et al. (2003b) avaliaram a influência da suplementação com vitamina E e tempos de maturação sobre a qualidade da carne de cordeiros da raça Awassi e constataram diferenças ($P < 0,05$) para as amostras cárneas submetidas a maturação de 7 e 12 dias, com valores de 0,6 e 1,0 mg de malonaldeído/ kg de carne para o tratamento controle, respectivamente e 0,4 e 0,6 de malonaldeído/ kg de carne para o tratamento suplementado com vitamina E, respectivamente.

As interações para TBARS foram significativas, fato que demonstra que vitamina E e grãos de girassol (E x G), vitamina E e tempos de maturação (E x M), grãos de girassol e tempos de maturação (G x M) são interdependentes. Na tabelas 12, 13 e 14, constam os desdobramentos das interações entre os fatores estudados.

Na interação entre grãos de girassol e vitamina E, notou-se maior valor para a dieta com grãos de girassol e com vitamina E (0,20 mg de malonaldeído/kg amostra), enquanto que o menor valor foi observado para a dieta sem grãos de girassol e com vitamina E (0,14 mg de malonaldeído/kg amostra) (Tabela 12).

Tabela 12. Desdobramento da interação vitamina E e grãos de girassol, para o número de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com grãos de girassol associados à vitamina E

Parâmetro	TBARS		Teste F	P
	Sem grãos de girassol	Com grãos de girassol		
Sem vitamina E	0,17 ^{Aa}	0,17 ^{Ab}	0,06NS	0,8044
Com vitamina E	0,14 ^{Bb}	0,20 ^{Aa}	54,55**	< 0,0001
Teste F	13,92**	11,60**		
P	0,0005	0,0013		

^{a,b} Dentro de um mesmo fator, médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey.

^{A,B} Dentro de um mesmo fator, médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem pelo teste de Tukey.

Já para a interação entre grãos de girassol e tempos de maturação, o maior valor para TBARS foi nas dietas com grãos de girassol aos 14 dias (0,34), enquanto que os menores resultados foram aos 0 e 7 dias nas dietas com ou sem grãos de girassol (0,10 e 0,11 mg de malonaldeído/kg amostra) (Tabela 13).

Tabela 13. Desdobramento da interação grãos de girassol e dias de maturação, para o número de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com grãos de girassol associados à vitamina E

Parâmetro	TBARS		Teste F	P
	Sem grãos de girassol	Com grãos de girassol		
Maturação - 0 dia	0,10 ^{Ab}	0,10 ^{Ab}	0,08NS	0,7847
Maturação - 7 dias	0,11 ^{Ab}	0,10 ^{Ab}	0,46NS	0,5011
Maturação - 14 dias	0,25 ^{Ba}	0,34 ^{Aa}	95,14**	< 0,0001
Teste F	133,10**	386,00**		
P	< 0,0001	< 0,0001		

^{a,b} Dentro de um mesmo fator, médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey. ^{A,B} Dentro de um mesmo fator, médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem pelo teste de Tukey.

Para a interação entre as dietas com vitamina E e tempos de maturação, observou-se que o maior valor para TBARS aos 14 dias de maturação foi no tratamento sem vitamina E (0,31 mg de malonaldeído/kg amostra), já o menor valor foi aos 0 dias sem vitamina E na dieta (0,07 mg de malonaldeído/kg amostra). Assim, podemos afirmar que, para o período mais longo de maturação, a presença de vitamina E na suplementação alimentar foi significativa para diminuir o TBARS (Tabela 14).

Tabela 14. Desdobramento da interação vitamina E e dias de maturação para o número de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS) do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com grãos de girassol associados à vitamina E

Parâmetro	TBARS		Teste F	P
	Sem vitamina E	Com vitamina E		
Maturação - 0 dia	0,07 ^{Bc}	0,13 ^{Ab}	28,33**	< 0,0001
Maturação - 7 dias	0,11 ^{Ab}	0,10 ^{Ac}	3,40NS	0,0714
Maturação - 14 dias	0,31 ^{Aa}	0,27 ^{Ba}	15,04**	0,0003

Teste F	327,68**	181,52**
P	< 0,0001	< 0,0001

^{a,b} Dentro de um mesmo fator, médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey.
^{A,B} Dentro de um mesmo fator, médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem pelo teste de Tukey.

Na análise sensorial houve efeito ($P < 0,05$) em função do tempo de maturação para a característica cor, sendo que as melhores médias encontradas para 7 e 14 dias de maturação foram 6,6 e 7,0, respectivamente (Tabela 15). Siqueira et al. (2002), ao avaliarem as características sensoriais da carne de cordeiros Hampshire, Santa Inês e mestiços Bergamácia x Corriedale, abatidos aos 32 kg de peso corporal, encontraram médias para a cor de 6,9 e sabor de 7,1, sendo melhores que a médias encontradas neste trabalho. Não houve efeito ($P > 0,05$) para as características sabor, maciez e aceitação global. De acordo com os resultados, as médias encontradas para sabor 6,7, textura 7,5 e aceitação global 6,8 foram inferiores aos valores encontrados por Pinheiro et al. (2008), ao avaliarem as características sensoriais da carne de cordeiros Ile de France, abatidos aos 32 kg de peso corporal, encontraram 7,0, para sabor, 8,13 para textura e 7,6 para aceitação global, superiores aos encontrados no presente trabalho.

Tabela 15. Características sensoriais do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros em função das dietas e dos dias de maturação

Parâmetro	Sem grãos de girassol Sem vitamina E		
	Maturação (dia)		
	0	7	14
Cor	6,2 ^a	6,6 ^{ab}	7,0 ^b
Sabor	6,6	6,9	6,3
Maciez	7,4	7,6	7,4
Aceitação global	6,8	6,9	6,9

^{a,b} Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 16, observou-se que houve efeito ($P < 0,05$) da dieta em função dos dias de maturação para a característica cor e aceitação global, com a melhor pontuação ocorrendo aos 7 dias de maturação com médias de 7,2 e 7,5, respectivamente.

Resultados semelhantes foram obtidos por Madruga et al. (2005), ao avaliarem no músculo *Longissimus lumborum*, da carne de cordeiros Santa Inês e abatidos aos 31 kg de peso corporal, com valores médios para cor de 6,6 e sabor de 6,7 pontos, inferiores às encontradas neste trabalho.

Tabela 16. Características sensoriais do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros em função das dietas e dos dias de maturação

Parâmetro	Com grãos de girassol Com vitamina E		
	Maturação (dia)		
	0	7	14
Cor	6,0 ^a	7,2 ^b	6,4 ^a
Sabor	6,8	7,0	6,6
Maciez	6,9	7,5	7,0
Aceitação global	6,8 ^{ab}	7,5 ^a	6,7 ^b

^{a,b} Médias seguidas por letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Minks e Stringer (1972) constataram efeito ($P < 0,05$) dos atributos sensoriais do músculo *Semimembranosus* de cordeiros suplementados com vitamina E em diferentes tempos de maturação (7 e 15 dias) e temperaturas (0°C e $4,5^{\circ}\text{C}$) sobre as características cor e aceitação global. Bidner et al. (1985) não encontraram diferenças ($P > 0,05$) nos atributos sensoriais dos músculos *Biceps femoris* e *Semimembranosus* de cordeiros suplementados com vitamina E em diferentes tempos de maturação (7 e 14 dias) e temperaturas (0°C e $4,5^{\circ}\text{C}$) sobre as características sabor e maciez avaliadas sensorialmente.

Siqueira et al. (2002), reportaram que valores de escala hedônica não estruturada entre 6,1 e 7,4 representam carne de alta qualidade. Madruga et al. (2002) ao avaliarem as características sensoriais da carne de cordeiros Hampshire Down, Santa Inês e mestiços $\frac{1}{2}$ Bergamácia $\frac{1}{2}$ Corriedale, abatidos aos 32 kg de peso corporal, encontraram valores de 6,9 para cor e 7,1 para aceitação global para carnes com 7 dias de maturação, inferiores aos deste trabalho, que foram de 7,2 para cor e 7,5 para cor e aceitação global

aos 7 dias de maturação. Já para as características sabor e maciez não houve efeito ($P>0,05$) dos dias de maturação, indicando que dietas contendo cana de açúcar associada a concentrado com grãos de girassol e vitamina E, repercutiram favoravelmente nas notas atribuídas pelos provadores, indicando boa aceitação para as carnes de cordeiros.

CONCLUSÕES

Os grãos de girassol e a vitamina E não influenciaram as características qualitativas (pH, temperatura e cor) aos 45 minutos e 24 horas após o abate sendo que a queda de pH no músculo *Longissimus dorsi* mostrou-se adequada para a carne de cordeiro, evidenciando o processo típico de *rigor mortis*, com o declínio da temperatura apresentando-se típico de condições de resfriamento habituais.

A utilização da vitamina E não afetou luminosidade, o teor de vermelho, as perdas de peso por cocção, a força de cisalhamento e a oxidação lipídica, entretanto, influenciou o pH, o teor de amarelo, a capacidade de retenção de água e a concentração de de vitamina E na carne dos cordeiros.

A utilização de grãos de girassol influenciou apenas a capacidade de retenção de água e a oxidação lipídica da carne dos cordeiros, sendo que os demais parâmetros estudados (pH, cor, perda de peso na cocção, força de cisalhamento e concentração de vitamina E) não foram influenciados.

A maturação afetou todos os parâmetros estudados (pH, cor, perda de peso na cocção, força de cisalhamento, capacidade de retenção de água, concentração de vitamina E e oxidação lipídica), sendo que a carne maturada por 7 dias apresentou menor força de cisalhamento que aquela não maturada.

A carne maturada por 7 dias proveniente dos cordeiros que receberam dieta com cana-de-açúcar mais concentrado com grãos de girassol e vitamina E, apresentou

melhor aparência em relação à cor, que aquelas maturadas por 14 dias. A maior aceitação global recaiu nas carnes maturadas por 7 dias.

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA – AGRIANUAL. Circular Técnica, São Paulo, n. 38, v. 1, 2007, 250 p.

ALVES, D. D.; GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.

ARIMA, H. K. GARCIA, A. O. YAMADA, E. A. et al. Buffalo meta ageing at 0 to 2° C. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 5., 1997, Caserta. *Anais...* Caserta, 1997.

ARQUIMEDE, H.; WHEELER, T. L.; DOUMIT, M. E. et al. Growth performances and carcass traits of Ovin Martinik lambs fed various ratios of tropical forage to concentrate under intensive conditions. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 75, n. 2-3, p. 162-170, 2008.

BANDMAN, E.; ZDANIS, D. An immunological method to assess protein degradation in post mortem muscle. **Meat Science**, Barking, v. 22, n. 1, p. 1-19, 1988.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO, JR, W. **AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos, 1.0. Jaboticabal, 2010.

BARROS, N. N.; ROSSETTI, A. G; CARVALHO, R. B. Feno de cunhã (*Clitoria ternatea* L.) para acabamento de cordeiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 499-504, 2004.

BIDNER, T.D.; MONTGOMERY, R.E.; BAGLEY, C.P. et al. Influence of electrical stimulation, blade tenderization and postmortem vacuum aging upon the acceptability of beef finished on forage or grain. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 61, n. 3, p. 584-589, 1985.

BOAKYE, K.; MITTAL, G. S. Changes in colour of beef musculo *Longissimus dorsi* muscle during ageing. **Meat Science**, Barking, v. 42, n. 3, p. 347-354, 1996.

BOLTE, M. R.; HESS, B. W.; MEANS, W. J. et al. Feeding lambs high-oleate or high-linoleate safflower seeds differentially influences carcass fatty acid composition. **Journal of Animal Science**, Chicago, v. 80, n. 4, p. 609-616, 2002.

BONAGURIO, S. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1981-1991, 2003.

BORGES, A. S.; ZAPATA, J. F. F.; GARRUTI, D. S. Correlação entre as medições instrumentais e sensoriais da dureza e suculência da carne caprina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 3., 2005, São Pedro. **Anais...São Pedro**, 2005.

BOUTON, P. E.; HARRIS, P. V.; SHORTHOSE, W. R. Effects of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. **Journal of Food Science**, Champaign, v. 36, n. 3, p. 435-439, 1971.

BRESSAN, M. C.; PRADO, O. V.; PÉREZ, J. R. O. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 293-303, 2001.

BRIGELIUS, R. A.; KELLY, F. J.; SALONEN, J. T. The European perspective on vitamin E: current knowledge and future research. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 76, n. 4, p. 703-716. 2002.

BRUBACHER, G.; MULLER-MULOT, W.; SOUTHGATE, D. A. T. Methods for the determination of vitamins in food recommended by COST 91. New York: Elsevier, 1985, p. 97-106, (MA-CQ.034).

BYRNEA, C. E.; TROY, D. J.; BUCKELY, D. J. *Postmortem* changes in muscle electrical properties of bovine *Músculo Longissimus dorsi* and their relationship to meat quality attributes and pH fall. **Meat Science**, Barking, v. 54, n. 1, p. 23-34, 2000.

CABEDO, L.; SOFOS, J. N.; SMITH, G. C. Bacterial growth in ground beef patties made with meat from animals fed diets without or with supplemental vitamin E. **Journal of Food Production**, Denver, v.61, n.1, p.36-40, 1998.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. Uberaba: Agropecuária Tropical, 2007. 232 p.

COSTA, D. P. B. **Características da carne de novilhos Nelore alimentados com caroço de algodão**. 2009. 59p. Tese. (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2009.

CULLER, R. D. Relationship of mioglobin fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine *Longissimus dorsi* muscle. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 43, n. 4, p.1177-1180, 1978.

DABÉS, A. C. Propriedades da carne fresca. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 25, n. 288, p. 32-40, 2001.

DENHERTOGMEISCHKE, M. J. A.; SMULDERS, F. J. M.; HOUBEN, J. H. et al. The effect of dietary vitamin E supplementation on drip loss bovine *Longissimus lumborum*, *Psoas major* and *Semitendinosus* muscles. **Meat Science**, Barking, v. 45, n. 2, p. 153-160. 1997.

DEVINE, C. E. ; GRAAFHUIS, A. E. ; MUIR, P. D. et al. The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. **Meat Science**, Barking, v. 35, n. 1, p. 63-77, 1993.

DUCKETT, S.K.; KLEIN, T.A.; DODSON, M.V. et al. Tenderness of normal and callipyge lamb aged fresh or after freezing. **Meat Science**, Barking, v.49, n.1, p.19-26, 1998.

DUFRASNE, C.; MARCHE, A.; CLINQUART, J.L. et al. Effects of dietary vitamin E supplementation on performance and meat characteristics in fattening bulls from the Belgian Blue breed. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 65, n. 3, p.197-201, 2000.

EIFERT, E. C.; LANA, R. P.; LANNA, D. P. D. et al. Efeito da combinação de óleo de soja e monensina na dieta sobre o consumo de matéria seca e a digestão em vacas lactantes **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.1, p.1829-1837. 2005.

FAUSTMAN, C.; CASSENS, R. G.; SCHAEFFER, D. M. et al. Vitamin E supplementation of Holstein steer diets improves sirloin steak color. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, n. 3, p. 485-486, 1989.

FERNANDES, S. A. A. ARRUDA, A. M.; MORENO, W. et al. Perfil de ácidos graxos em alimentos de clima tropical utilizados nas dietas para ruminantes. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 64, n. 1, p. 19-27, 2007.

FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n.1, p. 148-155, 2008.

FERNANDEZ, A. T.; MARSICO, E. T.; SILVA, R. L. G. Avaliação da qualidade e da maciez de picanha maturada, comercializada na cidade do Rio de Janeiro, R.J. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 17, n. 114-115, p. 53-59, 2003.

FERREIRA FERNANDES, M.; QUEIROGA, R. C. R.; MEDEIROS, A. N. M. et al. Características físico-químicas e perfil lipídico do leite de cabras mestiças Moxotó alimentadas com dietas suplementadas com óleo de semente de algodão ou de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 4, p.703-710, 2008.

FIELD, R. A. Effect of castration on meat quality and quantity. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 32, n. 4, p. 845-849, 1971.

FORMANEK, Z.; KERRY, J. P.; BUCKLEY, D. J. et al. Effects of dietary vitamin E supplementation and packaging on the quality of minced beef. **Meat Science**, Barking, v. 50, n. 2, p. 203-210, 1998.

FRESCURA, R. B. M.; PIRES, C. C.; ROCHA, M. G. Sistemas de alimentação na produção de cordeiros para abate aos 28 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1267-1277, 2005.

GALAN, V. B.; NUSSIO, L. G. Novos custos para cana-de-açúcar. **Boletim do Leite**, Piracicaba, v. 14, n. 74, p. 35, 2000.

GATELLIER, R.; HAMELIN, C.; DURAND, Y. et al. Effect of dietary vitamin E supplementation on colour stability and lipid oxidation of air-and modified atmosphere-packaged beef. **Meat Science**, Barking, v. 59, n. 4, p. 133-140, 2001.

GONÇALVES, L. A. G.; ZAPATA, J. F. F.; RODRIGUES, M. C. P. et al. Efeito do sexo e do tempo de maturação sobre a qualidade da carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3: p. 459-467, 2004.

GRADY, M. N.; MONAHAN, F. J.; FALLON, R. J. et al. Effects of dietary supplementation with vitamin E and organic selenium on the oxidative stability of beef. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 4. p. 2827-2834, 2001.

GRIFFIN, C. L. Evaluation of palatability of lamb, mutton, and chevon by sensory panels of various cultural backgrounds. **Small Ruminant Research**, New York, v. 8, n. 3, p. 67-74, 1992.

HAGER, L. B. **Evaluation of carcass traits, connective tissue, and myofibrillar proteins characteristics on tenderness of 11 steers sired by *Bos Indicus* bulls.** Master Science. Thesis, Texas A&M University, College Station, Tx, 2000.

HATFIELD, P. G.; DANIELS, J. T. KOTT, R. W. et al. Role of supplemental vitamin E in lamb survival and production: A review. **Proceedings of American Society of Animal Science**, 1999.

HEINEMANN, R. J. B; PINTO, M. F. Efeito da injeção de diferentes concentrações de cloreto de cálcio na textura e aceitabilidade da carne bovina maturada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, supl., p. 146-150, 2003.

HOUBEN, J. H.; VAN DIJK, A.; EIKELENBOOM, G. et al. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef. **Meat Science**, Barking, v. 55, p.331-336, 2000.

HORWITT, M. K. Critique of the requirement for vitamin E. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 73, n. 6. p. 1003-1005. 2001.

JENNINGS, T. B.; BERRY, B. W.; JOSEPH, A. L. Influence of the thickness, marbling and length of ageing on beef palatability and shelf-life characteristics. **Journal of Animal Science**, Chanpaign, v. 46, n. 3, p. 658-665, 1978.

KANNAN, G.; CHAWAN, C. B.; KOUAKOU, B. Color changes reflecting myoglobin and lipid oxidation in chevon cuts during refrigerated display. **Small Ruminant Research**, New York, v. 42, n. 1, p. 67-75, 2001.

KEMP, J. D.; JOHNSON, A. E.; STEWART, D. F. Effect of dietary protein, slaughter weight and sex on carcass composition, organoleptic properties and cooking losses of lamb. **Journal of Animal Science**, Chicago, v. 42, n. 3, p. 575-583, 1976.

KERRY, J.P.; O'SULLIVAN, M.G.; BUCKLEY, D.J. et al. The effects of dietary α -tocopheryl acetate supplementation and modified atmosphere packaging (MAP) on the quality of lamb patties. **Meat Science**, Barking, v. 56, p. 61-66, 2000.

KNIGHT, T. W.; DEATH, A. F. Effect of dose and frequency of vitamin A supplements, and carry-over effects on plasma carotenoid concentration in steers. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Palmerston, v. 42, n. 5, p. 385-391, 1999.

KOOHMARAIE, M.; WHIPPLE G. E.; CROUSE, J. D. Acceleration of *post mortem* tenderization in lamb and brahman-cross beef carcasses through infusion of calcium chloride. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 5, p. 1278-1283, 1990.

KOOHMARAIE, M.; DUMONT, M. E.; WHEELER, T. L. Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 12, p. 2935-2942, 1996.

LAURIDSEN, C.; BUCKEY, D. J.; MORRISEY, P. A. Influence of dietary fat and vitamin E supplementation on α -tocopherol levels and fatty acid profiles in chicken muscle membranal fractions and on susceptibility to lipid peroxidation. **Meat Science**, Barking, v. 46, n. 4, p. 9-22, 1997.

LAUZURICA, S.; FUENTE, J.; DÍAS, M. T. Effect of dietary supplementation of vitamin E on characteristics of lamb meat packed under modified atmosphere. **Meat Science**, Barking, v. 70, n. 4, p. 639-646, 2005.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.

LEHNINGER, A. L. **Princípios de bioquímica**. São Paulo, 1986, 725 p.

LLOYD, W. R.; SLYTER, A. L.; COSTELLO, W. J. Effect of breed, sex and final weight on feedlot performance, carcass characteristics and meat palatability of lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 51, n. 2, p. 316-321, 1981.

LIU, Q.; LANARI, C.; SCHAEFER, D. M. A review of dietary vitamin e supplementation for improvement of beef quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 10, p. 3131-3140, 1995.

LÓPEZ-BOTE, C.J.; DAZA D.; SOARES, M. et al. Dose-response effect of dietary vitamin E concentration on meat quality characteristics in light-weight lambs. **Animal Science**, Chicago, v. 73, n. 4, p.451-457, 2001.

LYNCH, M. P.; KERRY, J. P.; BUCKLEY, J. P. Effect of dietary vitamin E supplementation on the colour and lipid stability of fresh, frozen and vacuum-packaged beef. **Meat Science**, Barking, v. 52, n. 5, p. 95-99, 1999.

MACEDO, V.P. MARTINS E. N.; SIQUEIRA, E. R. et al. Resposta dos componentes do peso vivo de cordeiros machos mestiços Suffolk alimentados com semente de girassol em sistema de creep feeding. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. *Anais...* Recife : SBZ, 2002. 1 CD ROM.

MACIT, M.; AKSAKAL, V.; EMSEN, E. et al. Effects of vitamin E supplementation on fattening performance, non-carcass components and retail cut percentages, and meat quality traits of Awassi lambs. **Meat Science**, Barking, v. 64, n. 4, p.1-6, 2003a.

MACIT, M.; AKSAKAL, V.; EMSEN, E. et al. Effects of vitamin E supplementation on fattening performance, non-carcass components and retail cut percentages, and meat quality traits of Awassi lambs. **Meat Science**, Barking, v. 64, n. 4, p. 1-6, 2003b.

MACIT, M.; AKSAKAL, V.; EMSEN, E. et al. Effects of vitamin E supplementation on performance and meat quality traits of Morkaraman male lambs. **Meat Science**, Barking, v. 63, n. 4, p.51-55, 2003c.

MADRUGA, M. S; NARAIN, N.; ARRUDA, S. G. B. et. al. Influencia da idade de abate e da castração nas qualidades físico-químicas, sensoriais e aromáticas da carne caprina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1562-1570, 2002.

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

MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação:desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 5, p 1292-1302, 2004.

MARSH, B. B. The basis of quality in muscle foods: symposium the basis of tenderness in muscle foods. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 42, n. 2, p.295-297, 1977.

MINKS, D.; STRINGER, W. C. The influence of ageing beef in vacuum. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 37, n. 5, p. 736-738, 1972.

MIR, P. S., MCALLISTER, T. A., SCOTT, S. Conjugated linoleic acid-enriched beef production. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 79. n. 1, p.1207–1211, 2004.

MITCHELL, G. E.; GILES, J. E.; ROGERS, S. A. et al. Tenderizing, ageing, and thawing effects on sensory, chemical, and physical properties of beef steaks. **Journal Food Science**, Chicago, v. 56, n. 5, p.1125-1129, 1991.

MITSUMOTO, M.; ARNOLD, R. N.; SHAEFER, D. M. Dietary vitamin E supplementation shifted weight loss from drip to cooking loss in fresh *Longissimus* during display. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 3, p. 2289-2294, 1995.

MITSUMOTO, M.; OZAKA, S.; MITSUHASHI, T. et al. Effect od dietary vitamin E supplementation for one week before slaughter on drip, colour and lipid stability during display in Japanese Black Steer Beef. **Meat Science**, New York, v. 49, n. 2, p. 165-174, 1998.

MOLENTO, M. B.; TASCA, C.; GALLO, A. Método Famacha como parâmetro clínico individual de infecção por *Haemonchus contortus* em pequenos ruminantes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1139-1145, 2004.

MONTOSSI, C.; SAÑUDO, C. E.; SIERRA I. Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. **Meat Science**, New York, v. 71, n. 3, p. 471-479, 2005.

MORAES, M. A. C. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**. Campinas, FEA/UNICAMP, 1993. 93 p.

MORRIS, C. A.; KIRTON, A. H.; HOGG, B.W. et al. Improving the flavor of calcium chloride and lactic injected mature beef top round steaks. **Meat Science**, Kidlington, v. 45, n. 4, p. 531-537, 1997.

MOURA, A.C.; LUCHIARI FILHO, A.; NARDON, R.F. et al. Efeitos da injeção de pós-morte de cloreto de cálcio e tempo de maturação, no amaciamento e nas perdas por cozimento do músculo *Longissimus dorsi* de animais *Bos indicus* e *Bos taurus* selecionados para ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 1382-1389, 1999.

MURRAY, A. C. The evaluation of muscle quality. In: JONES, S. D. N. **Quality and grading of carcasses of meat animals**. New York: CRC Press, 1995. p. 83-107.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL NRC. **Nutrient requirement of small ruminants**. Washington, DC, 2006. 362 p.

OLIVEIRA, L. B.; SOARES, G. J. D.; ANTUNES, P.L. Influência da maturação da carne bovina na solubilidade do colágeno e perdas por cozimento. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 4, n. 3, p.166-171, 1998.

OLIVEIRA, I.; ANTUNES, P. L.; MONTEIRO, L. et al. Caracterização do processo de *rigor mortis* em músculos de cordeiros e carneiros da raça Santa Inês e maciez da carne. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 32, n. 1, p. 25-31, 2004.

OLIVEIRA, E.A.; SAMPAIO, A.A.M.; FERNANDES, A.R.M. et al. Características qualitativas da carne de tourinhos Nelore e Canchim, terminados em confinamento e recebendo dietas com cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...Jaboticabal**, 2007.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; JARDIM, P.O. et al. **Produção de carne ovina, alternativa para o Rio Grande do Sul**. Pelotas: Editora da Universidade Federal de Pelotas, 1998.166 p.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R. et al. Ciência, higiene e tecnologia da carne. 2 ed. Goiânia: Centro Editorial e Gráfico Universidade de Goiás, 2001. 623 p.

PEIXOTO, M. R. S.; SOUSA, C. L.; NEVES, E. C. A. Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial da carne bubalina maturada sob diferentes aspectos. **Revista Científica Agropecuária**, João Pessoa, v. 2, n. 37, p. 43-52, 2002.

PIKUL, J.; LESZCZYNSKI, D. E.; KUMMEROW, F. A. Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agricultural of Food Chemistry**, Denver, v. 37, n. 5, p. 1309-1313, 1989.

PINHEIRO, R.S.B.; SILVA SOBRINHO, A.G.; SOUZA, H.B.A.; et al. Características sensoriais da carne de cordeiros não castrados, ovelhas e capões. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, São Paulo, v.9, n.4, p.787-794, 2008.

PIRES, C. C.; SILVA, L. F.; SCHILICK, F. E. Cria e terminação de cordeiros confinados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 5, p. 875-880, 2000.

POWELL, V. H. Quality of beef loin steaks as influenced by animal age, electrical stimulation and ageing. **Meat Science**, Barking, v. 30, n. 3, p. 195-205, 1991.

PRATES, J. A. M. Contribution of the different endogenous endopeptidases (EC 3.4.21-24,99) to meat ageing. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 96, n. 539, p. 135-144, 2001.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 5. ed. Viçosa: UFV, 2007. 599 p.

RESURRECCION, A. V. A. Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. **Meat Science**, Kidlington, v. 66, n. 1, p. 11-20, 2003.

RIZZI, L.; SIMIOLI, M.; SARDI, L. et al. Carcass quality, meat chemical and fatty acid composition of lambs fed diets containing extruded soybeans and sunflower seeds. **Animal Feed Science and Technology**, Boston, v. 97, N. 4, p.103-114, 2002.

ROÇA, R.O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, 2000. 202 p.

RUY, D. C.; LUCCI, C. de S.; MELOTTI, L. et al. Degradação da proteína e fibra do caroço de algodão integral (*Gossypium hirsutum* L.) no rúmen. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, Brasília, v. 33, n. 4, p. 276-280, 1996.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; MENDES, I. A. The effect of supplementation with expanded sunflower seed on carcass and meat quality of lambs raised on pasture. **Meat Science**, Barking, v. 65, N. 3, p.1301-1308, 2003.

SAÑUDO, C.; SANTOLARIA, M. P.; MARIA, G. et al. Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production systems. **Meat Science**, Barking, v. 42, n. 2, p. 195-202, 1996.

SAÑUDO, C.; CAMPO, M. M.; SIERRA, I. et al. Breed effect on carcass and meat quality of suckling lambs. **Meat Science**, Barking, v. 46, n. 4, p. 357-365, 1997.

SAÑUDO, C.; CAMPO, M. M.; SIERRA, I. et al. Influence of weaning on carcass quality, fatty acid composition and meat quality in intensive lamb production systems. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 66, n. 4, p. 175-187, 1998.

SAÑUDO, C.; SIERRA, I.; MARTIN, L. et al. Assessment of commercial lamb meat quality of British and Spanish taste panel. **Meat Science**, Barking, v. 48, n. 1-2, p. 91-100, 1998a.

SHEEHY, P. J. A.; MORRISSEY, P. A.; FLYNN, A. Influence of dietary α -tocopherol concentrations in chicken tissues. **British Poultry Science**, Edinburg, v. 32. n. 1, p. 391-397, 1991.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos**. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2001. 302 p.

SILVA SOBRINHO, A.G. **Body composition and characteristics of carcass from lambs of different genotypes and ages at slaughter.** 1999. 54 f. Thesis (PostDoctorate in Sheep Meat Production) - Massey University, Palmerston North, 1999.

SIQUEIRA, E. R.; ROÇA, R. Q.; FERNANDES, S. et al. Características sensoriais da carne de cordeiros das raças Down, Santa Inês e mestiços Bergamácia x Corriedale abatidos com quatro distintos pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1269-1272, 2002.

SOUZA, A. R. M.; VALTER, A.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.. Efeito da radiação gama e do armazenamento na oxidação lipídica e no colesterol de carne de cordeiros da raça Santa Inês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p. 245-248, 2007.

SOUZA, A. A. A. **Características físico-químicas e sensoriais da carne de bovinos Nelore (*Bos taurus indicus*) alimentados com diferentes fontes de lipídeos e selênio.** 2008. 71p. Dissertação. (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

TRUSCOTT, T. G.; HUDSON, J. E.; ANDERSON, S. K. Differences between observers in assessment of meat colour. **Proceedings of the Australian Society of Animal Production**, Australia, v. 15, n. 2, p. 755-762, 1984.

VEISETH, E.; KOOHMARAIE, M. Effect of extraction buffer on estimating calpain and calpastatin activity in *post mortem* ovine muscle. **Meat Science**, Kidlington, v. 57, n. 3, p. 325- 329. 2001.

VERMA, S. P.; SAHOO, J. Improvement in the quality of ground chevon during refrigerated storage by tocopherol acetate preblending. **Meat Science**, Kidlington, v. 56, n. 4, p. 403-413, 2000.

WALDMARYAN, B.; HADLICH, J. C.; ROSA, G. T. et al. Maturação e maciez da carne de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados no sistema de produção superprecoce. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 3., 2005, São Pedro. **Anais...**São Pedro, 2005.

WALTER, C. L. Meat colour: the importance of haem chemistry. In: COLE, D. J. A.; LAWRIE, R. A. (Ed.). **Meat Science**, Kidlington: 1975. p. 385-401.

WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M. The extent of proteolysis is independent of sarcomere length in lamb *Longissimus dorsi* and *Psoas major*. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.77, n.9, p.2444-2451, 1999.

YATES, L. D.; DUTSON, T. R.; CALDWELL, J. et al. Effect o temperature and pH on the *post-mortem* degradation of myofibrillar proteins. **Meat Science**, Barking, v. 9, n. 1, p. 157-179, 1983.

ZAPATA, J. F. F.; SEABRA, L. M. J.; NOGUEIRA, C. M. et. al. Estudo da qualidade da carne ovina do Nordeste brasileiro: propriedades físicas e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 274-277, 2000.

ZAPATA, J. F. F.; SEABRA, L. M. J. Características da carne de pequenos ruminantes no Nordeste do Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 37, n. 2, p. 146-153, 2003.

ZEOLA, N. M. B. L.; SILVA SOBRINHO, A. G.; SOUZA, P. A, et al. Avaliação da injeção de cloreto de cálcio nos parâmetros qualitativos da carne de ovelha. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n, 3, p. 361-364. 2005

ZEOLA, N. M. B. L.; SOUZA, P. A.; SOUZA, H. B. A, et al. Cor, capacidade de retenção de água e maciez da carne de cordeiro maturada e injetada com cloreto de cálcio. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 4, p.1058-1066, 2007.