

Greicy Mitzi Bezerra MORENO^{1*}, Dorgival Morais de LIMA JÚNIOR¹, Nahra Oliveira Balbino de SOUZA², Luís Gabriel CIRNE³, Oscar BOAVENTURA NETO⁴, Samuel Figueirêdo de SOUZA⁵

QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS: GENÓTIPO E MANEJO NUTRICIONAL LAMB MEAT QUALITY: GENOTYPE AND NUTRITIONAL HANDLING

Greicy Mitzi Bezerra MORENO^{1*}, Dorgival Morais de LIMA JÚNIOR¹, Nahra Oliveira Balbino de SOUZA²,
Luís Gabriel CIRNE³, Oscar BOAVENTURA NETO⁴, Samuel Figueirêdo de SOUZA⁵

RESUMO

¹Docente do curso de Zootecnia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campus Arapiraca, Arapiraca, Alagoas, Brasil. E-mail: greicymitzimoreno@yahoo.com.br

²Mestranda em Zootecnia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) - Centro de Ciências Agrárias (CECA), Maceió, Alagoas.

³Docente do curso de Zootecnia da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Campus Santarém, Pará.

⁴Docente do curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Unidade Educacional Viçosa, Alagoas.

⁵Analista da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Tabuleiros Costeiros, Aracaju, Sergipe

Diversos fatores relacionados ao animal (peso, idade, sexo, genótipo) e ao ambiente (alimentação, sistema de criação, estresse pré-abate, refrigeração, congelamento, tipos de embalagem) afetam os parâmetros de qualidade de carne. A raça parece influenciar a maciez, coloração, teor de gordura intramuscular e composição em minerais e gordura, enquanto o manejo alimentar (pastagem, confinamento, relação volumoso:concentrado, uso de aditivos e antioxidantes) influenciam nas características físico-químicas, qualidade sensorial e perfil de ácidos graxos da carne. A produção de carne ovina no Brasil tem avançado nos últimos anos, mas ainda não é suficiente para abastecer o mercado interno, nem em quantidade nem em qualidade. Não há um sistema padrão para criação de ovinos que seja ideal para todas as regiões do país, sendo necessário considerar as diferenças entre clima, disponibilidade de alimentos e genótipos. No entanto, todos os sistemas buscam produzir animais que ofereçam carne de qualidade. Considerando que nos últimos anos a população tem buscado consumir alimentos mais saudáveis, com reduzidos teores de gordura e colesterol, e que a carne é uma das principais fontes de gordura dos seres humanos, o estudo dos fatores que possam influenciar sua composição e seus parâmetros qualitativos é de relevada importância. Esta revisão tem como objetivo abordar os principais aspectos relacionados à influência dos genótipos e do manejo nutricional sobre a qualidade da carne de cordeiros.

PALAVRAS-CHAVE: ácidos graxos, antioxidantes, nutrição, ovinos, raça.

ABSTRACT

Several factors related to the animal (weight, age, gender, genotype) and the environment (food, farming system, pre-slaughter stress, chilling, freezing, packaging types) affect the meat quality parameters. The breed appears to influence the softness, color, intramuscular fat content and composition in minerals and fat while feeding management (pasture, feedlot, roughage: concentrate, use of additives and antioxidants) influence the physical and chemical characteristics, sensory quality and profile of meat fatty acid. The production of sheep meat in Brazil has advanced in recent years, but still not enough to supply the domestic market or in quantity or in quality. There is no standard system for sheep that is ideal for all regions of the country, being necessary to consider the differences in climate, food availability and genotypes. However, all systems seek to produce animals that provide quality meat. Whereas in recent years the population has

sought to consume healthier foods with reduced fat and cholesterol levels, and the meat is a major source of fat in humans, the study of the factors that may influence its composition and qualitative parameters it is of high importance. This review aims to address the main issues of the influence of genotype and nutritional management on the quality of lamb meat.

KEYWORDS: antioxidants, breed, fatty acid, nutrition, sheep

INTRODUÇÃO

A produção de carne ovina no Brasil tem avançado nos últimos anos, mas ainda não é suficiente para abastecer o mercado interno, nem em quantidade nem em qualidade, tornando o país um importador de carne de países como Uruguai e Argentina. Por outro lado, é indiscutível a potencialidade do Brasil, por possuir área para expansão da ovinocultura, poder aumentar o consumo per capita desta carne e ter um rebanho diversificado em genética e sistemas de criação para as diferentes condições de seu território (OSÓRIO et al., 2014). O Brasil deve assumir a ovinocultura como atividade capaz de produzir e abastecer o mercado de carnes, gerando emprego e fixando o homem no campo. No entanto, ainda há um longo caminho a ser percorrido para que a cadeia produtiva da ovinocultura seja organizada o suficiente para atingir tais metas.

Não há um sistema padrão para criação de ovinos que seja ideal para todas as regiões do país, sendo necessário considerar as diferenças entre clima, disponibilidade de alimentos e genótipos (CARVALHO & SIQUEIRA, 2001). No entanto, todos os sistemas buscam produzir animais que ofereçam carne de qualidade, e este conceito de qualidade de carne também muda de acordo com a região do país, hábitos alimentares e culturais da população. Devido ao fato de o mercado consumidor estar mais exigente quanto à qualidade da carne, é de grande relevância atentar-se às condições de criação dos animais, como sistemas de alimentação e genótipos que imprimam à carcaça bons índices de cortes nobres e qualidade de carne.

A qualidade da carne é estudada através dos parâmetros de pH, cor, capacidade de retenção de

água, força de cisalhamento (maciez), composição nutricional, perfil de ácidos graxos e colesterol. Diversos fatores relacionados ao animal (peso, idade, sexo, genótipo) e ao ambiente (alimentação, sistema de criação, estresse pré-abate, refrigeração, congelamento, tipos de embalagem) afetam esses parâmetros de qualidade de carne. Nos últimos anos, tem aumentado o interesse da população por alimentos mais saudáveis, com reduzidos níveis de gordura e colesterol. A carne é um dos principais alimentos que têm sido manipulados quanto ao perfil de ácidos graxos, especialmente os saturados, que estão relacionados à ocorrência de doenças cardiovasculares, câncer e aumento do colesterol plasmático (BESSA, 1999). Devido às pressões e exigências dos consumidores, a composição da carcaça e da carne vem sendo modificada ao longo dos anos, por meio do uso de raças mais precoces, redução na idade e peso de abate e também pela alimentação dos rebanhos. Considerando que a carne é uma das principais fontes de gordura dos seres humanos, o estudo dos fatores que possam influenciar sua composição e seus parâmetros qualitativos é de relevada importância.

Esta revisão tem como objetivo abordar os principais aspectos relacionados à influência dos genótipos e do manejo nutricional sobre a qualidade da carne de cordeiros.

GENÓTIPO E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS

Efeito de Raça

O parâmetro raça tem efeito sobre a velocidade de crescimento, morfologia e locais de deposição de gordura no corpo dos ovinos

(FERNANDES JÚNIOR et al., 2013). No que concerne à qualidade da carne, a raça parece influenciar a maciez, coloração, teor de gordura intramuscular e composição em minerais e gordura (HOPKINS & MORTIMER, 2014).

A composição centesimal (umidade, proteína, minerais e gordura) da carne tem importância fundamental na sua qualidade, e a raça pode influenciar nesse parâmetro. Komprda et al. (2012) compararam três raças ovinas (Zwartbles, Suffolk e Oxford Down) e verificaram diferenças nos teores de umidade, matéria mineral e gordura intramuscular da carne entre os genótipos. Em pastagem nativa, Menezes Júnior et al. (2014) compararam mestiços de três raças ovinas (Santa Inês, Dorper e Somalis) e observaram maiores teores de lipídeos na carne dos ovinos Dorper. Os teores de gordura na carne ovina foram referenciados por Mortimer et al. (2014) como parâmetros de herdabilidade média a alta, portanto, variáveis com o genótipo do animal.

A gordura da carne é composta, majoritariamente, por triglicerídeos e fosfolípidios, sendo os primeiros mais afetados pelo parâmetro raça. A gordura intramuscular, ou de marmoreio, é derivada do preenchimento de adipócitos entre as fibras musculares. Raças precoces como Dorper e seus cruzamentos apresentam, para uma mesma idade, maior quantidade de gordura intramuscular que raças não especializadas na produção de carne (ARVIZU et al., 2011). Costa et al. (2015) avaliaram as características físico-químicas e o perfil de ácidos na carne de ovinos de diferentes genótipos e observaram menor teor de gordura na carne de animais Santa Inês quando comparados aos cruzados Dorper x Santa Inês e sem padrão racial definido.

O grau de marmoreio pode influenciar nas diversas impressões sensoriais da carne ovina, principalmente na suculência. Raças crioulas tem carne descrita como pouco suculenta, principalmente pela pequena deposição de gordura intramuscular. Em estudo avaliando raças com diferentes aptidões, Cloete et al. (2012) observaram que a menor quantidade de gordura intramuscular na carne dos ovinos Merino estava associada a menores escores para as características sensoriais

de suculência inicial e suculência duradoura, quando comparado a ovinos de genótipos dupla aptidão ou corte.

Associado a suculência, a maciez da carne é outro atributo influenciado pelo genótipo. Monaco et al. (2015) estudando seis genótipos ovinos (sem padrão racial definido, Santa Inês, Dorper x Santa Inês, Suffolk, Hampshire Down e Ile de France) encontraram que o sem padrão racial definido do Brasil apresenta carne com maior força de cisalhamento (mais dura) que as demais raças estudadas. As diferenças quanto ao grau de musculosidade, idade fisiológica e ação do complexo enzimático calpaínas-calpastatinas são as principais responsáveis pela variação da maciez na carne ovina (THOMPSON et al., 2006).

Avaliando genótipos nativos (Santa Inês e sem padrão racial definido) e cruza nativo x exótico (Santa Inês x Dorper), Costa et al. (2011) observaram menor dureza e maior suculência observada pelo painel sensorial para o genótipo cruzado. Bagatoli et al. (2013) observaram que ovinos Santa Inês apresentam carne menos macia devido à alta expressão do gene da calpastatina, que é um inibidor específico da calpaína, enzima que proporciona a maciez da carne.

O consumo de produtos cárneos vem sofrendo diversas restrições, principalmente devido à quantidade e qualidade da gordura. O perfil de ácidos graxos da carne de ruminantes é bastante saturado e, frequentemente, associado a problemas cardiovasculares e alguns tipos de câncer, daí a importância de estudar o perfil das gorduras dos ovinos. O perfil de ácidos graxos no músculo também pode ser influenciado pelo material genético. De acordo com Muchenje et al. (2009), diferenças entre raças refletem diferenças subjacentes na expressão de genes ou nas atividades de enzimas envolvidas na síntese de ácidos graxos, dessaturação ou alongamento da cadeia, e assim merecem mais atenção.

Efeito de Genes

O estudo da influência dos genes sobre a qualidade da carne é recente e suas implicações ainda são pouco conhecidas (THOMPSON et al.,

2006). Na espécie ovina, os principais conjuntos de genes (loci de características quantitativas) que afetam as características da carcaça e da carne ovina são: Callipyge, Carwell ou rib eye muscling (REM) e Double Muscling (COCKETT et al., 2005).

Recentemente, foi identificada a existência de um gene em ovinos que causa a hipertrofia muscular. A evidência preliminar sugere que um gene autossômico dominante pode ser responsável por esse efeito na musculatura e composição da carcaça. Comparados com cordeiros normais, cordeiros “Callipyge” possuem musculabilidade superior em 32,3%, sem alterações no peso de nascimento. Uma vantagem do fenótipo “Callipyge” é que, ao contrário da musculatura dupla em bovinos, a condição dos ovinos não se manifesta até algumas semanas após o nascimento. Assim, distorcias no parto não é um problema nos animais portadores (MASRI et al., 2011a).

Apesar das vantagens no peso e rendimento de carcaça, tem-se observado que a carne de ovinos “Callipyge” é considerada extremamente dura e pouco saborosa, devido a seu baixo índice de marmoreio (GOODSON et al., 2001). A dureza da carne pode ser atribuída aos elevados teores de calpastatina, que são inibidores do sistema calpaína (enzimas responsáveis pela proteólise do músculo post-mortem) (KOOHMARAIE & GEESINK, 2006; KEMP et al., 2010). A carne de ovinos “Callipyge” apresenta redução significativa de fragmentação miofibrilar, um indicativo de diminuição na degradação proteica (HOPKINS et al., 2011). Conforme Kuber et al. (2003), a atividade da calpastatina no fenótipo “Callipyge” foi 58% maior que no genótipo normal (Figura 1).

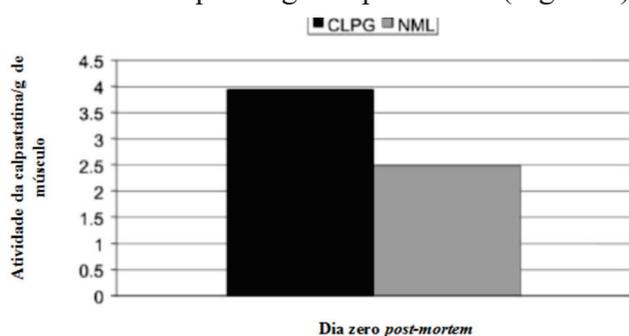


Figura 1. Efeito do fenótipo “callipyge” (CLPG) e fenótipo normal (NML) sobre a atividade da

calpastatina (unidade de atividade/ g de músculo) no músculo Longissimus dorsi de ovinos. Adaptado de Kuber et al. (2003).

Abdulkhaliq et al. (2007) relataram força de cisalhamento (kgF) de 2,9 para ovinos de genótipo normal e 5,4 para ovinos “Callipyge”, demonstrando maior dureza na carne em ovinos portadores deste gene. Em ovinos “Callipyge”, além do incremento na hipertrofia, ocorrem mudanças no tipo de fibra muscular. Essa mutação eleva a quantidade de fibras glicolíticas e reduz as fibras de metabolismo oxidativo. Pode-se inferir que os músculos “Callipyge” são mais sensíveis à queda brusca de pH (WARNER et al., 2010). As alterações de pH podem ser responsáveis pelas maiores perdas por cocção observadas na carne dos ovinos “Callipyge” (ABDULKHALIQ et al., 2007).

Outra mutação no genoma ovino que influencia na qualidade da carcaça e da carne foi documentada em ovinos Poll Dorset na Austrália. O fenótipo “Carwell” corresponde a incrementos de 8 a 10% na área de olho de lombo em pesos de carcaça similares (WARNER et al., 2010). Efeitos significativos na musculabilidade, com incremento na deposição de proteína e aumentos de até 35% na dureza da carne foram documentadas nos ovinos “Carwell” pelos autores supracitados. Todavia, Hopkins et al. (2007) não relataram aumento na força de cisalhamento do músculo Longissimus ou Semimembranosus, nem quaisquer outros efeitos sobre o pH ou as características de cor da carne. Pode-se concluir que os efeitos do fenótipo “Carwell” são bem menos impactantes sobre a qualidade da carne que os documentados no fenótipo “Callipyge” (HOPKINS et al., 2011).

Segundo Bell et al. (2016), a miostatina controla a proliferação das fibras musculares por meio da transcrição de grupos de genes responsáveis pela diferenciação dos fibroblastos e mioblastos e sua posterior agregação em miotubo. Mutações no gene da miostatina provocaram alterações na deposição de músculo e gordura subcutânea na carcaça dos ovinos cruza Santa Inês x Dorper (QUIRINO et al., 2016). Masri et al. (2011b) observaram que na raça Texel e Poll

Dorset a mutação do gene da miostatina reduz a gordura intramuscular no Longissimus. Os autores recomendaram atenção para qualidade da carne, principalmente suculência, dos animais mutantes.

Em outro estudo avaliando as características de qualidade de carne de ovinos Texel mutantes para o gene da miostatina, a força de cisalhamento nos músculos Longissimus e Semimembranosus não foi afetada pela mutação (LAMBE et al. 2011). No entanto, Bagatoli et al. (2013) observaram que ovinos Santa Inês apresentam carne menos macia devido à alta expressão do gene da miostatina. Segundo Warner et al. (2010), mutações no gene da miostatina em ovinos não parecem ter qualquer influência sobre a força de cisalhamento, apesar de haver uma redução na percepção da suculência pelo consumidor, talvez devido à redução na quantidade de gordura intramuscular.

MANEJO NUTRICIONAL E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS

Sistemas de Alimentação e Relação Volumoso:Concentrado

A terminação de cordeiros para abate normalmente é feita em sistemas confinados, onde os animais recebem diferentes relações volumoso:concentrado, tendendo a níveis de concentrado superiores a 50% da dieta total, buscando promover o ganho de peso e reduzir o tempo de confinamento. No entanto, alguns países e regiões do Brasil têm utilizado pastagens (com ou sem suplementação) como principal aporte nutricional nesta fase de terminação. Para Carvalho et al., (2007), o limite físico do rúmen pode afetar negativamente o desempenho dos cordeiros alimentados exclusivamente em pastagens, pois cordeiros recém-desmamados que são mantidos exclusivamente nesse sistema possuem carcaças que, normalmente, não são bem aceitas pelo mercado consumidor. Mesmo com uma boa forragem, cordeiros tem mostrado desempenho limitado devido ao efeito de seletividade, estresse pós-desmame e são mais vulneráveis aos parasitos, dessa forma, não conseguem alcançar o peso ao abate entre três e quatro meses, idade que

proporciona parâmetros superiores de qualidade de carne de cordeiro (FERNANDES et al., 2011).

Dietas que possuem maior aporte energético e proteico aliadas ao menor deslocamento pelos animais, características do sistema de confinamento, aumentam a eficiência de ganho de peso, bem como melhora a qualidade da carcaça, e são responsáveis por aumentar a deposição de gordura nos animais (CARVALHO et al., 2007; PESCE, 2008). Dentre os componentes da carcaça, a gordura é o componente mais passível à variação, visto que pode ser influenciada por diversos fatores como genótipo dos animais e sistema de terminação, assim, sistemas de alimentação adequados associados a raças com boa precocidade para ganho de peso resultam em carcaças com melhor conformação e acabamento (ALMEIDA et al., 2006).

Díaz et al. (2002), ao testar o uso de concentrado ou volumoso para cordeiros em terminação e seu efeito sobre a qualidade da carcaça e da carne, observaram que o sistema de produção não afetou o pH da carne, mas afetou a cor do músculo Longissimus dorsi, com menor luminosidade (L^*) na carne oriunda dos ovinos mantidos a pasto, o que pode estar relacionada à diferença na intensidade de atividade física dos animais. Lee et al. (2008), ao estudarem as características nutricionais e qualidade de carne de cabritos e cordeiros terminados sob o mesmo regime alimentar, não encontraram diferenças significativas na luminosidade (L^*) do lombo e costelas entre as espécies. No entanto, o corte da costela dos caprinos teve menor intensidade de vermelho (a^*) quando comparado ao dos ovinos, demonstrando que a cor da carne também pode ser influenciada pela espécie animal.

É sabido que a alimentação influencia diversas características da carne, em que animais alimentados com maiores proporções de concentrado tendem a apresentar carnes com maior teor de gordura, que por sua vez, aumenta a sensação de suculência e maciez, e ainda modifica sua composição em ácidos graxos (MORENO et al., 2015). A composição de ácidos graxos das forragens é completamente diferente dos concentrados, promovendo alteração no sabor

da carne, principalmente devido a diferenças existentes na composição dos ácidos graxos nos tecidos, especialmente na relação $\omega 6:\omega 3$. Maiores proporções de forragem em dietas de terminação de ovinos e caprinos promovem maior deposição de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) $\omega 3$ no tecido muscular, devido aos elevados níveis de ácido linolênico (C18:3) na forragem (DEMIREL et al., 2006; LOPES et al., 2014).

Lee et al. (2008), ao estudarem as características nutricionais e qualidade de carne de caprinos e ovinos terminados sob o mesmo regime alimentar, observaram que os maiores teores de ácidos graxos encontrados foram o palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) e oleico (C18:1 $\omega 9$), que corresponderam a 72,8% e 78,3% do total de ácidos graxos presentes no músculo Longissimus de caprinos e ovinos, respectivamente. Velasco et al. (2004), também encontraram maiores quantidades desses ácidos graxos no músculo Longissimus thoracis de borregos terminados a pasto.

Nuernberg et al. (2008), ao avaliarem a qualidade da carne e composição de ácidos graxos dos lipídios no músculo e tecido adiposo de cordeiros Skudde alimentados com forragem ou concentrado, constataram que o volumoso induziu a um aumento significativo na concentração de C12:0, C18:2trans, CLA cis-9 trans-11, C18:3n-3 e C18:1trans-11 na gordura intramuscular. Os mesmos autores deram ênfase na concentração de CLA cis-9 trans-11, que foi significativamente maior no músculo e gordura dos animais alimentados com forragem. Em cordeiros recém-desmamados, a relação volumoso:concentrado modifica as proporções dos ácidos graxos no tecido adiposo, sendo que os ácidos graxos monoinsaturados aumentam à medida em que se adiciona concentrado à dieta (VELASCO et al., 2004).

Fontes Lipídicas

A isomerização e efeito da hidrólise das enzimas microbianas resultam em produtos contendo elevado teor de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) e ácido linoleico conjugado (CLA), que tem se mostrado benéfico à saúde

humana. A suplementação dietética com óleos ricos em PUFAs é uma estratégia para aumentar o nível desses ácidos na carne e nos produtos lácteos de ruminantes (BESSA et al., 2008). Concomitantemente, altos níveis de PUFA podem alterar o flavour da carne e podem, por vezes, ser um fator deletério sobre a qualidade da mesma. O ácido oleico (C18:1) é considerado hipolipidêmico, reduzindo o colesterol e triglicerídeos no plasma sanguíneo. Entre os PUFA, atenção maior deve-se dar aos $\omega 3$, especialmente os de cadeia longa (EPA e DHA), que são responsáveis por benefícios à saúde humana, e ácido linoleico conjugado (CLA) que tem propriedades anticarcinogênicas e antiaterogênicas (NUERNBERG et al., 2008; MCAFEE et al., 2010). De acordo com Díaz et al. (2005), cordeiros criados em sistema intensivo produzem carne com alta concentração de $\omega 6$ (PUFA).

Díaz et al. (2011), ao avaliarem os aspectos sensoriais e nutricionais da carne de cordeiros alimentados com diferentes fontes de $\omega 3$, observaram que os conteúdos de CLA foram maiores na carne de cordeiros alimentados com óleo de peixe e linhaça com microalgas comparados aos ovinos que receberam a dieta controle. A carne de cordeiros alimentados com linhaça tiveram os mais altos níveis de C18:3 $\omega 3$, enquanto que os animais alimentados com óleo de peixe tiveram mais PUFA de cadeia longa $\omega 3$. Assim, 100 g de carne de cordeiro alimentados com a dieta de óleo de peixe proporcionou 183 mg de PUFA $\omega 3$, representando 40% da ingestão diária recomendada. De acordo com os autores, as dietas exerceram grande influência sobre o odor e flavour, em que a carne dos ovinos alimentados com a dieta controle tiveram maiores escores de odor ovino e flavour, enquanto que, os ovinos submetidos à dieta que continha óleo de peixe, tiveram elevado odor rançoso, odor de peixe e flavour de gordura, resultando na carne menos preferida. Os consumidores não perceberam diferença na suculência e maciez das amostras. Vale salientar que os principais atributos da palatabilidade são a aparência, maciez, suculência e flavour (ANDERSEN et al., 2005).

A maciez e flavour parecem ser as características sensoriais mais importantes para

determinar a qualidade da carne. Ambos os atributos podem ser influenciados pela quantidade e tipo da gordura presentes na carne (TSHABALALA et al., 2003). A maciez da carne é afetada pela solubilidade e quantidade do colágeno, enquanto que a sensação de suculência da carne cozida é intimamente relacionada ao teor de gordura intramuscular. Para Morton et al. (1999), o maior fator que afeta a textura do músculo Longissimus de cordeiro é a atividade inicial da calpastatina, responsável por inibir a ação da calpaína que, por sua vez, é a enzima proteolítica envolvida no processo de maciez da carne na fase de pós-morte.

Uso de Antioxidantes

Oxidação lipídica é considerada um grande problema, haja vista que é responsável por produzir o off-flavour e off-odor nos alimentos. Por outro lado, dietas enriquecidas com antioxidantes naturais ou sintéticos protegem as células e tecidos de danos lipoperoxidativos induzidos pelo excesso de radicais livres. Os taninos são grupos complexos de compostos polifenólicos solúveis em água que são formados a partir do metabolismo das plantas, e podem se ligar aos radicais livres, conferindo alta propriedade antioxidante (LIU et al., 2016).

Bueno et al. (2014), ao estudarem um modelo de predição do flavour ovino através dos compostos químicos do aroma ativo liberado em lombos grelhados de cordeiros, constataram que alcenais e alcadienos tiveram efeitos negativos sobre a intensidade do flavour ovino e podem determinar as características desse fator na gordura subcutânea e perirrenal. Peng et al. (2016) observaram que a mudança no flavour da gordura subcutânea foi diminuída quando um antioxidante foi adicionado, além desse fator negativo ser minimizado, o uso de antioxidantes pode aumentar a vida de prateleira da carne (ORTUÑO et al., 2015). Os mesmos autores apontam que a forma biológica mais ativa da vitamina E (α -tocopherol) não é degradada no rúmen e pode ser depositada nos tecidos musculares e gordura, dessa forma, há a melhoria na estabilidade dos pigmentos e lipídeos nos cortes cárneos.

Os antioxidantes sintéticos, como

hidroxitolueno butilado (BHT) e butil hidroxianisol (BHA) são bastante utilizados na nutrição animal e nas indústrias alimentícias para melhorar a estabilidade oxidativa dos alimentos, porém, os consumidores se preocupam com a segurança alimentar e a toxicidade dos antioxidantes sintéticos, assim, tem havido maior procura quanto à substituição destes por antioxidantes naturais (NUERNBERG et al., 2008; JERÓNIMO et al., 2012). Jerónimo et al. (2012), ao estudarem o efeito do extrato da semente de uva e de *Cistus ladanifer* L., espécie de planta com flores da família Cistaceae, na dieta de cordeiros em combinação com suplementação de óleo vegetal, observaram que a inclusão de *C. ladanifer* afetou intensamente o perfil dos componentes voláteis da carne, porém, a inclusão do extrato da semente de uva imprimiu pouco efeito sobre o perfil. Apesar dessa modificação, o painel sensorial não foi capaz de detectar diferenças nas propriedades sensoriais da carne dos ovinos que receberam ambos os suplementos.

O óleo essencial de orégano consiste, principalmente, de carvacrol, timol e seus precursores terpineno e p-cimeno, apresentando potencial antimicrobiano, antifúngico e antioxidante. Simitzis et al. (2008), ao avaliarem o efeito da suplementação com óleo de orégano na dieta sobre a qualidade da carne de cordeiros, observaram que os valores da cor a^* (intensidade de vermelho) e b^* (intensidade de amarelo) no músculo Longissimus thoracis dos ovinos suplementados com orégano foram maiores quando comparados aos que foram submetidos à dieta controle. Os autores explicam que é possível que o óleo essencial de orégano modifique indiretamente a coloração, provavelmente por diminuir a oxidação da hemoglobina e ativando mecanismos que modificam a distribuição dos pigmentos nos tecidos dos animais.

Ortuño et al. (2015), ao avaliarem os efeitos antioxidante e antimicrobiano da suplementação dietética com diterpenos de alecrim (ácido carnósico e carnosol) vs vitamina E sobre a carne ovina embalada em atmosfera modificada, verificaram que a vitamina E apresentou-se em maior nível no músculo dos ovinos do que os diterpenos de

alecrim. No mesmo estudo, foi verificado que a suplementação com o extrato de alecrim diminuiu o crescimento bacteriano na carne, enquanto que a vitamina E não teve efeito sobre tal crescimento. Ambos os aditivos antioxidantes foram eficientes no retardo da deterioração oxidativa dos cortes cárneos embalados, mas a vitamina E se mostrou mais efetiva nesta inibição. Com relação às mudanças sensoriais, as mesmas só foram identificadas pelo painel sensorial no sétimo dia de refrigeração, como resultado do escurecimento gradual da carne, amarelamento da gordura e perda de líquido, devido à rancificação e, em menor grau, odor ácido. Observou-se que, no geral, o uso do extrato de alecrim e vitamina E promoveu maior vida de prateleira da carne, pois reduziu seu processo de deterioração.

A suplementação alimentar com vitamina E tem sido utilizada em vários países no intuito de aumentar a vida de prateleira da carne, especialmente em animais provenientes de confinamentos que recebem grandes proporções de grãos, em que a concentração de vitamina E é menor em relação aos alimentos volumosos (RESCONI, 2007). Este mesmo autor estudou a influência da alimentação em pastagem, animais confinados recebendo silagem de capim ou concentrado suplementado com vitamina E sobre a estabilidade da cor e a oxidação lipídica da carne bovina, e observou maior vida de prateleira na carne dos animais a pasto ou confinados recebendo silagem de capim. Ainda neste trabalho, o autor verificou efeito positivo da suplementação com vitamina E sobre a oxidação lipídica e estabilidade da cor, mesmo na carne dos animais que receberam alimento concentrado. KIRBY (1996) demonstrou que a suplementação de 500 UI de vitamina E aumentou a vida de prateleira da carne ovina em quatro dias.

O uso de antioxidantes na dieta de cordeiros ou diretamente na carne apresenta relevada importância para a cadeia de comercialização da carne ovina do Brasil, tendo em vista que esta carne tende a ter baixo fluxo de comercialização nas gôndolas dos supermercados, casas de carne e açougues, onde algumas empresas distribuidoras optam por congelar os cortes para que não haja

perda do produto. Considerando ainda que a carne resfriada tem maior poder atrativo para o consumidor em relação à carne congelada, o uso de antioxidantes pode aumentar a vida de prateleira sem causar efeitos negativos na qualidade da carne. Neste sentido, mais estudos são necessários para estabelecer quais antioxidantes a serem usados, em que local (dieta ou carne) e o tempo de duração dos seus efeitos sobre a estabilidade da carne ovina durante a comercialização.

CONCLUSÃO

Visando esclarecer os diferentes fatores que podem influenciar na qualidade da carne de cordeiros, os estudos citados mostraram que este produto pode ser melhorado, tanto as características sensoriais como as nutricionais, e, simultaneamente, pode-se elevar sua fatia no mercado, utilizando as ferramentas mencionadas, como seleção do material genético do rebanho, sistemas de alimentação, e uso de antioxidantes que vão garantir melhoria à saúde dos consumidores e na renda dos produtores.

REFERÊNCIAS

- ABDULKHALIQ, A.M.; MEYER, H.H.; BUSBOOM, J.R.; THOMPSON, J.M. Growth, carcass and cooked meat characteristics of lambs sired by Dorset rams heterozygous for the Callipyge gene and Suffolk and Texel rams. *Small Ruminant Research*, v.71, n.1-3, p.92-97, 2007.
- ALMEIDA, H.S.L.; PIRES, C.C.; GALVANI, D.B.; LIMA, R.F.; HASTENPFLUG, M.; GASPERIN, B.G. Características de carcaças de cordeiros Ideal e cruzas Border Leicester X Ideal submetidos a três sistemas alimentares. *Ciência Rural*, v.36, n.5, p.1546-1552, 2006.
- ANDERSEN, H.J.; OKSBJERG, N.; YOUNG, J.F.; THERKILDSEN, M. Feeding and meat quality - a future approach. *Meat Science*, v.70, n.3, p.543-554, 2005.

- ARVIZU, R.R.; DOMÍNGUEZ, I.A.; RUBIO, M.S.; BÓRQUEZ, J.L.; PINOS-RODRÍGUEZ, J.M.; GONZÁLEZ, M.; JARAMILLO, G. Effects of genotype, level of supplementation, and organic chromium on growth performance, carcass, and meat traits grazing lambs. *Meat Science*, v.88, n.3, p.404–408, 2011.
- BAGATOLI, A.; GASPARINO, E.; SOARES, M.A.M.; AMARAL, R.M.; MACEDO, F.A.F.; VOLTOLINI, D.M.; DEL VESCO, A.P. Expression of calpastatin and myostatin genes associated with lamb meat quality. *Genetics and Molecular Research*, v.12, n.4, p.6168-6175, 2013.
- BELL, R.A.; AL-KHALAF, V.M.; MEGENEY, L.A. The beneficial role of proteolysis in skeletal muscle growth and stress adaptation. *Skeletal Muscle*, v.6, n.16, p.1-13, 2016.
- BESSA, R.J.B. Revalorização nutricional das gorduras dos ruminantes. In: SYMPOSIUM EUROPEO-ALIMENTACIÓN EM EL SIGLO 21., 1999. Olivença. Anais... Olivença: Colegio Oficial de Veterinarios de Badajoz, p.282-313, 1999.
- BESSA, R.J.B.; LOURENÇO, M.; PORTUGAL, P.V.; SANTOS-SILVA, J. Effects of previous diet and duration of soybean oil supplementation on light lambs carcass composition, meat quality and fatty acid composition. *Meat Science*, v.80, n.4, p.1100–5, 2008.
- BUENO, M. CAMPO, M.M.; CACHO, J.; FERREIRA, V.; ESCUDERO, A. A model explaining and predicting lamb flavour from the aroma-active chemical compounds released upon grilling light lamb loins. *Meat Science*, v.98, n.4, p.622–8, 2014.
- CARVALHO, S.R.S.T.; SIQUEIRA, E.R. Produção de cordeiros em confinamento. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE OVINOCULTURA, 1., 2001, Lavras. Anais... Lavras: p.125-142, 2001.
- CARVALHO, S.; BROCHIER, M.A.; PIVATO, J.; TEIXEIRA, R.C.; KIELING, R. Ganho de peso, características da carcaça e componentes não-carcaça de cordeiros da raça Texel terminados em diferentes sistemas alimentares. *Ciência Rural*, v.37, n.3, p.821-827, 2007.
- CLOETE, J.J.E.; HOFFMAN, L.C.; CLOETE, S.W.P. A comparison between slaughter traits and meat quality of various sheep breeds: Wool, dual-purpose and mutton. *Meat Science*, v.91, n.3, p.318–324, 2012.
- COCKETT, N.E.; SMIT, M.A.; BIDWELL, C.A.; SEGERS, K.; HADFIELD, T.L.; SNOWDER, G.D.; GEORGES, M.; CHARLIER, C. The callipyge mutation and other genes that affect muscle hypertrophy in sheep. *Genetics, Selection, Evolution GSE*, v.37, Suppl 1, p.S65-S81, 2005.
- COSTA, R.G.; SANTOS, N.M.; QUEIROGA, R.C.R.E.; SOUSA, W.H.; MADRUGA, M.S.; CARTAXO, F.Q. Physicochemical characteristics and fatty acid profile of meat from lambs with different genotypes and diets. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.44, n.7, p.248-254, 2015.
- COSTA, R.G.; SANTOS, N.M.; SOUSA, W.H.; QUEIROGA, R.C.R.E.; AZEVEDO, P.S.; CARTAXO, F.Q. Qualidade física e sensorial da carne de cordeiros de três genótipos alimentados com rações formuladas com duas relações volumoso:concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.8, p.1781-1787, 2011.
- DEMIREL, G.; OZPINAR, H.; NAZLI, B.; KESER, O. Fatty acids of lamb meat from two breeds fed different forage: concentrate ratio. *Meat Science*, v.72, n.2, p.229–235, 2006.
- DÍAZ, M.T.; ÁLVAREZ, I.; DE LA FUENTE, J.; SAÑUDO, C.; CAMPO, M.M.; OLIVER, M.A.; FONT I FURNOLS, M.; MONTOSI, F.; SAN JULIÁN, R.; NUTE, G.R.; CAÑEQUE, V. Fatty acid composition of meat from typical lamb production systems of Spain, United Kingdom,

- Germany and Uruguay. *Meat Science*, v.71, n.2, p.256-263, 2005.
- DÍAZ, M.T.; CAÑEQUE, V.; SÁNCHEZ, C.I.; LAUZURICA, S.; PÉREZ, C.; FERNÁNDEZ, C.; ÁLVAREZ, I.; DE LA FUENTE, J. Nutritional and sensory aspects of light lamb meat enriched in n-3 fatty acids during refrigerated storage. *Food Chemistry*, v.124, n.1, p.147–155, 2011.
- DÍAZ, M.T.; VELASCO, S.; CAÑEQUE, V.; LAUZURICA, S.; RUIZ DE HUIDOBRO, F.; PÉREZ, C.; GONZÁLES, J.; MANZANARES, C. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. *Small Ruminant Research*, v.43, n.3, p.257–268, 2002.
- FERNANDES JÚNIOR, G.A.; LÔBO, R.N.B.; MADRUGA, M.S.; LÔBO, A.M.B.O.; VIEIRA, L.S.; FACÓ, O. Genotype effect on carcass and meat quality of lambs finished in irrigated pastures in the semiarid Northeastern Brazil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.65, n.4, p.1208-1216, 2013.
- FERNANDES, S.R.; MONTEIRO, A.L.G.; SILVA, C.J.A.; SILVA, M.G.B.; ROSSI JUNIOR, P.; SOUZA, D.F.; SALGADO, J.A.; HENTZ, F. Desmame precoce e a suplementação concentrada no peso ao abate e nas características de carcaça de cordeiros terminados em pastagem. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.12, n.2, p.527-537, 2011.
- GOODSON, K.J.; MILLER, R.K.; SAVELL, J.W. Carcass traits, muscle characteristics, an palatability attributes of lambs expressing the callipyge phenotype. *Meat Science*, v.58, n.4, p.381-387, 2001
- HOPKINS, D.L., MORTIMER, S.I. Effect of genotype, gender and age on sheep meat quality and a case study illustrating integration of knowledge. *Meat Science*, v.98, n.3, p.544–555, 2014.
- HOPKINS, D.L.; FOGARTY, N.M.; MORTIMER, S.I. Genetic related effects on sheep meat quality. *Small Ruminant Research*, v.101, n.1-3, p.160–172, 2011
- HOPKINS, D.L.; STANLEY, D.F.; MARTIN, L.C.; TOOHEY, E. S.; GILMOUR, A. R. Genotype and age effects on sheep meat production 3. Meat quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.47, n.10, p.1155–1164, 2007.
- JERÓNIMO, E.; ALFAIA, C.M.M.; ALVES, S.P.; DENTINHO, M.T.P.; PRATES, J.A.M.; VASTA, V.; SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R.J.B. Effect of dietary grape seed extract and *Cistus ladanifer* L. in combination with vegetable oil supplementation on lamb meat quality. *Meat Science*, v.92, n.4, p.841–847, 2012.
- KEMP, C.M.; SENSKY, P.L.; BARDSLEY, R.G.; BUTTERY, P.J.; PARR, T. Tenderness – An enzymatic view. *Meat Science*, v.84, n.2, p.248–256, 2010.
- KIRBY, K.D.; THOMAS, J.D.; ROSS, T.T. Growth and carcass characteristics of feedlot lambs supplemented with selenium enriched yeast and Vitamin E. In: JOINT ANNUAL MEETING OF AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 88., 1996. Anais... ADSA-ASAS: p.162, 1996.
- KOMPRDA, T.; KUČTÍK, J.; JAROŠOVÁ, A.; DRAČKOVÁ, E.; ZEMÁNEK, L.; FILIPČÍK, B. Meat quality characteristics of lambs of three organically raised breeds. *Meat Science*, v.91, n.4, p.499–505, 2012.
- KOOHMARAIE, M.; GEESINK, G.H. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. *Meat Science*, v.74, n.1, p.34-43, 2006.
- KUBER, P.S.; DUCKETT, S.K.; BUSBOOM, J.R.; SNOWDER, G.D.; DODSON, M.V.; VIERCK, J.L.; BAILEY, J.F. Measuring the effects of phenotype and mechanical restraint on proteolytic

degradation and rigor shortening in callipyge lamb longissimus dorsi muscle during extended aging. *Meat Science*, v.63, n.3, p.325–331, 2003.

LAMBE, N.R.; RICHARDSON, R.I.; MACFARLANE, J.M.; NEVISON, I.; HARESIGN, W.; MATIKA, O.; BÜNGER, L. Genotypic effects of the Texel Muscling QTL (TM-QTL) on meat quality in purebred Texel lambs. *Meat Science*, v.89, n.2, p.125–132, 2011.

LEE, J.H.; KANNAN, G.; EEGA, K.R.; KOUAKOU, B.; GETZ, W.R. Nutritional and quality characteristics of meat from goats and lambs finished under identical dietary regime. *Small Ruminant Research*, v.74, n.1-3, p.255–259, 2008.

LOPES, L.S.; MARTINS, S.R.; CHIZZOTTI, M.L.; BUSATO, K.C.; OLIVEIRA, I.M.; MACHADO NETO, O.R.; PAULINO, P.V.R.; LANNA, D.P.D.; LADEIRA, M.M. Meat quality and fatty acid profile of Brazilian goats subjected to different nutritional treatments. *Meat Science*, v.97, n.4, p.602-608, 2014.

MASRI, A.Y.; LAMBE, N.R.; MACFARLANE, J.M.; BROTHERSTONE, S.; HARESIGN, W.; BÜNGER, L. Evaluating the effects of the c.*1232G > A mutation and TM-QTL in Texel × Welsh Mountain lambs using ultrasound and video image analyses. *Small Ruminant Research*, v.99, n.2-3, p.99–109, 2011a.

MASRI, A.Y.; LAMBE, N.R.; MACFARLANE, J.M.; BROTHERSTONE, S.; HARESIGN, W.; BÜNGER, L. Evaluating the effects of a single copy of a mutation in the myostatin gene (c.*1232 GNA) on carcass traits in crossbred lambs. *Meat Science*, v.87, p.412–418, 2011b.

MCAFEE, A.J.; MCSORLEY, E.M.; CUSKELLY, G.J.; MOSS, B.W.; WALLACE, J.M.W.; BONHAM, M.P.; FEARONM A.M. Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. *Meat Science*, v.84, n.1, p.1–13, 2010.

MENEZES JUNIOR, E.L.; BATISTA, A.S.M.; LANDIM, A.V.; ARAÚJO FILHO, J.T.; HOLANDA JUNIOR, E.V. Qualidade da carne de ovinos de diferentes raças de reprodutores terminados sob dois sistemas de produção. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.15, n.2, p.517-527, 2014.

MONACO, C.A.; FREIRE, M.T.; MELO, L.; ROSA, A.F.; CARRER, C.C.; TRINDADE, M.A. Eating quality of meat from six lamb breed types raised in Brazil. *Journal Science Food Agriculture*, v.95, n.8, p.1747-52, 2015.

MORENO, G.M.B.; BORBA, H.; ARAÚJO, G.G.L.; SAÑUDO, C.; SILVA SOBRINHO, A.G.; BUZANSKAS, M.E.; LIMA JÚNIOR, D.M.; ALMEIDA, V.V.S. de.; BOAVENTURA NETO, O. Meat Quality of Lambs Fed Different Saltbush Hay (*Atriplex nummularia*) Levels. *Italian Journal of Animal Science*, v.14, n.2, p.3302, 2015.

MORTIMER, S.I.; VAN DER WERF, J.H.J.; JACOB, R.H.; HOPKINS, D.L.; PANNIER, L.; PEARCE, K.L.; GARDNER, G.E.; WARNER, R.D.; GEESINK, G.H.; HOCKING EDWARDS, J.E.; PONNAMPALAM, E.N.; BALL, A.J.; GILMOUR, A.R.; PETHICK, D.W. Genetic parameters for meat quality traits of Australian lamb meat. *Meat Science*, v.96, n.2, p.1016-1024, 2014.

MORTON, J.D.; BICKERSTAFFE, R.; KENT, M.P.; DRANSFIELD, E.; KEELEY, G.M. Calpain–calpastatin and toughness in *M. longissimus* from electrically stimulated lamb and beef carcasses. *Meat Science*, v.52, n.1, p.71-79, 1999.

LIU, H.; LI, K.; MINGBIN, L.; ZHAO, J.; XIONG, B. Effects of chestnut tannins on the meat quality, welfare, and antioxidante status of heat-stressed lambs. *Meat Science*, v.116, p.236–242, 2016.

MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; CHIMONYO, M.; STRYDOM, P.E.; HUGO, A.; RAATS, J.G. Some biochemical aspects pertaining to beef eating

- quality and consumer health: A review. *Food Chemistry*, v.112, p.279–289, 2009.
- NUERNBERG, K.; FISCHER, A.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.; DANNENBERGER, D. Meat quality and fatty acid composition of lipids in muscle and fatty tissue of Skudde lambs fed grass versus concentrate. *Small Ruminant Research*, v.74, n.1-3, p.279–283, 2008.
- ORTUÑO, J.; SERRANO, R.; BAÑÓN, S. Antioxidant and antimicrobial effects of dietary supplementation with rosemary diterpenes (carnosic acid and carnosol) vs vitamin E on lamb meat packed under protective atmosphere. *Meat Science*, v.110, p.62–69, 2015.
- OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; FERNANDES, A.R.M. et al. Produção e qualidade de carne ovina. In: SELAIVE, A. B.; OSÓRIO, J. C. S. Produção de ovinos no Brasil. São Paulo: ROCA, p.399-445, 2014.
- PENG, Y.; WANG, J.; LIN, J.; LIU, J. Effect of dietary soybean oil and antioxidants on fatty acids and volatile compounds of tail subcutaneous and perirenal fat tissues in fattening lambs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, v.7, n.24, p.2-9, 2016.
- PESCE, D.M.C. Efeito da dieta contendo caroço de algodão no desempenho, características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de novilhos Nelore confinados. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.
- QUIRINO, C.R.; COSTA, R.L.D.; PACHECO, A.; MADELLA-OLIVEIRA, A.F.; BELTRAME, R.T.; AZEVEDO, A.; BARTHOLAZZI JUNIOR, S.A.; VEGA, W.H. O. Identification of polymorphisms in the myostatin and Leptin genes of Santa Inês breed and crossbreed sheep and association with carcass traits. *Bioscience Journal*, v.32, n.3, p.699-704, 2016.
- RESCONI, V.C. The effect of diet on vitamin E concentration colour shelf life and lipid oxidation during simulated retail display in beef steaks from different production systems. 2007. 139f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 2007.
- SIMITZIS, P.E.; DELIGEORGIS, S.G.; BIZELIS, J.A.; DARDAMANI, A.; THEODOSIOU, I.; FEGEROS, K. Effect of dietary oregano oil supplementation on lamb meat characteristics. *Meat Science*, v.79, n.2, p.217–223, 2008.
- THOMPSON, J.M.; PERRY, D.; DALY, B.; GARDNER, G.E.; JOHNSTON, D.J.; PETHICK, D.W. Genetic and environmental effects on the muscle structure response post-mortem. *Meat Science*, v.74, n.1, p.59–65, 2006.
- TSHABALALA, P.A.; STRYDOM, P.E.; WEBB, E.C.; DEKOCK, H.L. Meat quality of designated South African indigenous goat and sheep breeds. *Meat Science*, v.65, n.1, p.563–570, 2003.
- VELASCO, S.; CAÑEQUE, V.; LAUZURICA, S.; PÉREZ, C.; HUIDOBRO, F. Effect of different feeds on meat quality and fatty acid composition of lambs fattened at pasture. *Meat Science*, v.66, n.2 p.457–465, 2004.
- WARNER, R.D.; GREENWOOD, P.L.; PETHICK, D.W.; FERGUSON, D.M. Genetic and environmental effects on meat quality. *Meat Science*, v.86, n.1, p.171-83, 2010.