

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS TERMINADOS COM  
DIETAS CONTENDO CANA-DE-AÇÚCAR OU SILAGEM DE  
MILHO**

**André Gustavo Leão**  
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL  
Dezembro de 2008

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS TERMINADOS COM  
DIETAS CONTENDO CANA-DE-AÇÚCAR OU SILAGEM DE  
MILHO**

**André Gustavo Leão**

**Orientador: Prof. Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, *Campus* de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Dezembro de 2008

L437q Leão, André Gustavo  
Qualidade da carne de cordeiros terminados com dietas contendo  
cana-de-açúcar ou silagem de milho / André Gustavo Leão. --  
Jaboticabal, 2008  
xiii, 117 f. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008

Orientador: Américo Garcia da Silva Sobrinho

Banca examinadora: Roberto Daniel Sainz Gonzalez, Rosa Maria  
Gomes de Macedo, Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida Teixeira,  
Luiz Francisco Prata

Bibliografia

1. Características qualitativas. 2. Carne ovina. 3. Confinamento. I.  
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.3:637.5

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**ANDRÉ GUSTAVO LEÃO** – filho de Antônio de Paula Leão e Vera Helena Milan Leão, nasceu em Catanduva, São Paulo, no dia 16 de maio de 1979. Em março de 1997, iniciou o Curso de Graduação em Zootecnia, na UNIMAR - Universidade de Marília, graduando-se em dezembro de 2001. Em março de 2003, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, Área de Concentração em Produção Animal, na UEM - Universidade Estadual de Maringá, defendendo dissertação em fevereiro de 2005. Em março de 2005, iniciou o Curso de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista – Unesp - *Campus* de Jaboticabal, defendendo tese em dezembro de 2008.

*Louvo e agradeço...*

*À Deus, nosso pai, pelo dom da vida e por Sua proteção, sempre guiando e iluminando os meus passos.*

*À Nossa Senhora da Medalha Milagrosa, que nos momentos mais difíceis atendeu aos meus chamados, tornando minha caminhada mais tranqüila.*

*Dedico e agradeço profundamente...*

*Aos meus pais, Antônio e Vera, verdadeiros exemplos de vida e dedicação aos filhos, pelo amor, carinho, educação, incentivo, e por tantos sacrifícios.*

*À minha irmã, Daniela e ao meu cunhado, Adler, pelo carinho e amizade.*

*À minha namorada, Milene, pelo amor, compreensão e cumplicidade.*

*À minha avó, Hermelinda, por seu carinho e simpatia.*

*A todos os demais membros da família, tios, tias, primos, primas, afilhados e afilhadas, pela torcida e felicidade de tê-los também em minha vida.*

*In memoriam aos meus avós, Adhemar Leão, Augusta Terra Leão, Rosa Pereira Leão e Orlando Milan, e tios, José Cruz e Elza Pepinelli Leão, que com certeza, abençoam-me lá do céu.*

*Se não fosse por vocês, tudo seria sem graça e mais difícil.*

*Agradeço especialmente...*

*Ao meu orientador e amigo, Professor Américo Garcia da Silva Sobrinho, pela orientação, amizade, confiança, paciência e por tantos ensinamentos durante o nosso convívio.*

*E em sua homenagem, deixo aqui reescrito algumas frases que julgo ser pertinentes a esta pessoa iluminada...*

*“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.”*

*Cora Coralina*

*“Sob a direção de um forte general, não haverá jamais soldados fracos.”*

*Sócrates*

*Muito obrigado!*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp, Campus de Jaboticabal, pela oportunidade da realização do curso de Doutorado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio à pesquisa concedido (Processo nº 2005/59503-5) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

A todos os professores e funcionários dos Departamentos de Zootecnia, Tecnologia dos Produtos de origem Animal, Morfologia e Fisiologia Animal e Ciências Exatas, com os quais enriqueci meus conhecimentos e construí amizades, pela inestimável ajuda, atenção e disponibilidade.

A todos os professores, pesquisadores, funcionários e amigos com quem tive a oportunidade de aprender, conviver, dividir experiências e acima de tudo, fazer amizade, desde os tempos da Universidade de Marília e da Universidade Estadual de Maringá. A todos, sem distinção, manifesto minha gratidão pelas palavras de incentivo, pela receptividade, amizade e confiança depositada.

Ao funcionário do Setor de Ovinocultura, João Luiz Guariz, pela amizade e pelo exemplo de dedicação ao trabalho e respeito aos animais, bem como sua família, pela qual tenho grande carinho.

Aos estagiários do Setor de Ovinocultura, pelo convívio e prestimoso auxílio na condução das tarefas.

Aos amigos, Aline, Aline Giampietro, Diego, Franco, Marcel, Michaela e Rodrigo, pela amizade firmada, companheirismo e ajuda no período experimental.

Aos amigos, Lanza, Samuel, Sassá e Vidal, pela amizade e presteza quando solicitados a nos auxiliar nas pesquisas.

Aos amigos e irmãos de orientação, Carolina, Cíntia, Greicy, Henrique, Nívea, Rafael e Sandra pela amizade, carinho, companheirismo, descontração e por terem sido presentes em todos os dias que estivemos batalhando por nossa conquista. Admiro a força de vontade de todos e me considero abençoado por ter convivido com vocês.

Aos amigos e irmãos de república, Alessandro, Beto, Eduardo, Felipe, Fernando, Frank, Guilherme, Leonardo, Márcio Cavalcanti, Márcio Cinachi, Marcos, Rafael, Raul e Thiago, bem como os agregados, Dani, Mingau, Tico e Valadão, e a Dona Tereza, pela oportunidade de ter convivido com os mesmos, pela bela amizade, companheirismo, compreensão e por terem me proporcionado tantas felicidades.

Aos demais amigos e colegas da graduação e pós-graduação da FCAV/Unesp, Jaboticabal, com quem pude aprender, conviver, dividir trabalhos e me divertir, em momentos muito gratificantes.

Aos alunos da graduação da FCAV/Unesp, Jaboticabal, pela oportunidade de aprender e ensinar, por meio do estágio de docência. Agradeço a receptividade, paciência, interesse e respeito de todos, tornando mais prazerosa a experiência acadêmica.

Aos amigos de Catanduva, Bruno, Fernando, Leandro, Matheus, Natália, Neto, Priscila, Roberto, Roque, Takashi, Valter e Willian, e a tantos outros, pela torcida, e felicidade que me proporcionam quando os vejo. Mesmo distantes, temos a certeza da amizade e bem-querer mútuo.

Aos amigos Alessandro (*in memoriam*), Neto e Paulo Henrique, responsáveis por esta minha jornada acadêmica e profissional em prol da Zootecnia, pela sincera amizade.

Aos amigos Gonzaga e Carlo, suas respectivas famílias, e ao amigo Toinho, pela orientação e amizade desde a minha primeira passada por Jaboticabal.

À família de minha namorada, Senhor Valdecir, Dona Sílvia e Franciele, pelo carinho, confiança, compreensão e torcida para com a minha pessoa.

Enfim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, o autor agradece.

**Muito obrigado!**

## SUMÁRIO

	Página
<b>QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS TERMINADOS COM DIETAS CONTENDO CANA-DE-AÇÚCAR OU SILAGEM DE MILHO.....</b>	x
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xii
<b>CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	1
1. Introdução.....	1
2. Revisão da literatura.....	2
2.1. Produção e utilização da cana-de-açúcar in natura em dietas para cordeiros.....	2
2.2. Características qualitativas da carne.....	4
2.2.1. Características nutricionais da carne de cordeiros.....	5
2.2.1.1. Composição centesimal.....	5
2.2.1.2. Colesterol e perfil de ácidos graxos.....	6
2.2.2. Características estruturais da carne de cordeiros.....	11
2.2.2.1. Fibra muscular.....	12
2.2.2.2. Colágeno.....	14
2.2.3. Características físico-químicas da carne de cordeiros.....	16
2.2.3.1. Potencial hidrogeniônico (pH).....	17
2.2.3.2. Cor da carne e da gordura.....	19
2.2.3.3. Capacidade de retenção de água.....	21
2.2.3.4. Maciez.....	23
2.2.3.5. Escatol.....	25
2.2.4. Características sensoriais da carne de cordeiros.....	26
3. Objetivos gerais.....	28
4. Referências.....	28

**CAPÍTULO 2 - CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DA CARNE DE CORDEIROS TERMINADOS COM DIETAS CONTENDO CANA-DE-AÇÚCAR OU SILAGEM DE MILHO EM DOIS NÍVEIS DE CONCENTRADO**

RESUMO.....	46
1. Introdução.....	47
2. Material e métodos.....	48
3. Resultados e discussão.....	54
4. Conclusões.....	60
5. Referências.....	61

**CAPÍTULO 3 - CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DA CARNE DE CORDEIROS TERMINADOS COM DIETAS CONTENDO CANA-DE-AÇÚCAR OU SILAGEM DE MILHO EM DOIS NÍVEIS DE CONCENTRADO**

RESUMO.....	66
1. Introdução.....	67
2. Material e métodos.....	69
3. Resultados e discussão.....	79
4. Conclusões.....	83
5. Referências.....	83

**CAPÍTULO 4 - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DA CARNE DE CORDEIROS TERMINADOS COM DIETAS CONTENDO CANA-DE-AÇÚCAR OU SILAGEM DE MILHO EM DOIS NÍVEIS DE CONCENTRADO**

RESUMO.....	88
1. Introdução.....	89
2. Material e métodos.....	91
3. Resultados e discussão.....	98
4. Conclusões.....	109
5. Referências.....	110

<b>CAPÍTULO 5 – IMPLICAÇÕES.....</b>	<b>117</b>
--------------------------------------	------------

## QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS TERMINADOS COM DIETAS CONTENDO CANA-DE-AÇÚCAR OU SILAGEM DE MILHO

**RESUMO** – Com o objetivo de avaliar as características nutricionais, estruturais, físico-químicas e sensoriais da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho em duas relações volumoso: concentrado, 60:40 ou 40:60, utilizou-se 32 cordeiros Ile de France, não castrados, com 15 kg de peso corporal. Os animais foram confinados em baias individuais e abatidos aos 32 kg. A carne dos cordeiros teve 74,55% de umidade, 19,61% de proteína bruta, 1,04% de cinzas e 51,28 mg/100g de colesterol, sendo o teor de extrato etéreo, maior na dos alimentados com dietas contendo silagem de milho (3,97%) e na dos que receberam alimentação mais concentrada (4,02%). Os ácidos graxos em maior concentração na carne dos cordeiros foram: mirístico (4,18%), palmítico (26,41%), esteárico (17,09%), oléico (37,93%) e linolênico (4,00%). A carne dos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar teve maiores teores dos ácidos cáprico (0,47) e araquidônico (4,17), e menores dos palmitoléico (2,02) e linolênico (0,25). A carne dos cordeiros alimentados com maior quantidade de cana-de-açúcar (60%) teve também maiores teores dos ácidos pentadecanóico (0,68), heptadecanóico (2,13) e eicosadienóico (1,34), sendo estes reduzidos quando a cana-de-açúcar foi utilizada em menor quantidade. Com relação às características estruturais da carne dos cordeiros, as dietas não alteraram a frequência das fibras SO, FOG e FG, entretanto, aquelas contendo 60% de concentrado, propiciaram maior diâmetro, área e área total relativa das mesmas. Quanto ao tipo de músculos, a frequência das fibras SO e FG foi maior no *Triceps brachii*, e a das fibras FOG, maior no *Longissimus lumborum*. O músculo *Triceps brachii* teve para todos os tipos de fibras musculares, maiores áreas e diâmetros do que o *Longissimus lumborum*. Independentemente da dieta e do músculo avaliado, os teores de colágeno total e solúvel da carne dos cordeiros não diferiram, com valores médios de 2,45 e 0,30 mg/g de músculo, respectivamente. Quanto às características físico-químicas da carne, as dietas e músculos estudados não influenciaram o pH aos 45 minutos (6,56) e 24 horas (5,62) após o abate, nem a

capacidade de retenção de água (58,38%) e a perda de peso por cocção (34,04%). A cor da carne e da gordura subcutânea não diferiu entre as dietas, entretanto a cor da carne foi afetada pelo tipo de músculo, tendo o *Longissimus lumborum* e o *Triceps brachii*, respectivamente, os valores de L\*, a\* e b\* de 34,64 e 36,86; 13,54 e 11,97; e 2,40 e 1,82 aos 45 minutos; e de 43,62 e 47,74; 16,12 e 14,21; e 5,36 e 4,49 às 24 horas após o abate. A força de cisalhamento (1,85 kgf/cm<sup>2</sup>) não foi afetada pelas dietas, porém, diferiu entre os músculos, com valores de 1,41 e 2,28 kgf/cm<sup>2</sup> para o *Longissimus lumborum* e *Triceps brachii*, respectivamente. Nas análises sensoriais do lombo e da paleta, os cordeiros alimentados com cana-de-açúcar e maior quantidade de concentrado, obtiveram maiores notas para sabor (8,07 e 8,26), textura (8,53 e 8,53), preferência (8,20 e 8,46) e aceitação (8,33 e 8,26), respectivamente. Concluiu-se que dietas contendo cana-de-açúcar e dietas com maior quantidade de volumoso (60%) originam carne de cordeiro com menor teor de gordura. O tipo de volumoso exerceu maior influência sobre o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros, do que a relação volumoso:concentrado das dietas. As características das fibras musculares de cordeiros variam mais em função do tipo de músculo do que da dieta. Dietas contendo maior quantidade de concentrado (60%) aumentam a hipertrofia muscular em cordeiros. Em cordeiros confinados, os teores de colágeno total e solúvel da carne não são afetados pelas dietas e tipo de músculo. A cana-de-açúcar na alimentação de cordeiros em confinamento manteve a qualidade físico-química da carne, podendo ser utilizada nesta fase de produção, e quando associada a maior quantidade de concentrado na dieta, melhorou a qualidade sensorial da carne de cordeiros.

**Palavras-chave:** características qualitativas, carne ovina, confinamento, músculos, relação volumoso:concentrado

## MEAT QUALITY OF LAMBS FINISHED WITH DIETS CONTAINING SUGAR CANE OR CORN SILAGE

**ABSTRACT:** With the aim to evaluate nutritional, structural, physico-chemical and sensorial characteristics of meat of lambs finished on feedlot with diets containing sugar cane or corn silage on two roughage:concentrate ratios, 60:40 or 40:60, it was used 32 Ile de France lambs, non castrated, with 15kg of corporal weight. The animals were confined on individual stalls and were slaughtered at 32 kg of corporal weight. Lamb meat had 74.55% of moisture, 19.61% of crude protein, 1.04% of ash and 51.28 mg/100g of cholesterol, being etheral extract content, highest on meat of lambs fed up with diets containing corn silage (3.97%) and on those of animals that received more concentrate food (4.02%). The fatty acids on highest concentration in lamb meat were: miristic (4.18%), palmitic (26.41%), stearic (17.09%), oleic (37.93%) and linoleic (4.00%). The meat of lambs fed up with diets containing sugar cane (60%) had higher contents of capric (0.47) and arachidonic (4.17) acids, and lower contents of palmitoleic (2.02) and linoleic (0.25) acids. The meat of lambs fed up with higher quantity of sugar cane (60%) had higher contents of pentadecanoic (0.68), heptadecanoic (2.13) and eicosadienoic (1.34) acids too. These acids were reduced when sugar cane was used on lower quantity. In relation to meat structural characteristics, diets didn't change frequency of SO, FOG and FG fibers. However, those containing 60% of concentrate propitiated larger diameter, area and total area relative at the same. About muscle type, frequency of SO and FG fibers was higher on *Triceps brachii*, and frequency of FOG fibers was higher on *Longissimus lumborum*. For all muscle fiber types, *Triceps brachii* muscle had areas and diameters larger than *Longissimus lumborum*. Independently of diet and evaluated muscle, the contents of total and soluble collagen of meat not differed, with average values of 2.45 and 0.30 mg/g of muscle, respectively. About meat physico-chemical characteristics, studied diets and muscles didn't influenced on pH at 45 minutes (6.56) and 24 hours (5.62) after slaughter, water holding capacity (58.38%) and cooking losses (34.04%). Meat and subcutaneous fat colour didn't differ among diets, but the meat colour was affected by muscle type. *Longissimus lumborum* and *Triceps*

*brachii* muscles had the followed values of L\*, a\* and b\*: 34.64 and 36.86; 13.54 and 11.97; and 2.40 and 1.82 at 45 minutes; and 43.62 and 47.74; 16.12 and 14.21; and 5.36 and 4.49 at 24 hours after slaughter. Shearing force (1.85 kgf/cm<sup>2</sup>) wasn't affected by diets, but it was different between muscles, with values 1.41 and 2.28 kgf/cm<sup>2</sup> for *Longissimus lumborum* and *Triceps brachii*, respectively. On sensorial analysis of ovine loin and shoulder, the lambs fed up with sugar cane and higher quantity of concentrate, had higher scores for flavor (8.07 and 8.26), texture (8.53 and 8.53), preference (8.20 and 8.46) and acceptance (8.33 and 8.26), respectively. It was possible to conclude that diets containing sugar cane and diets with higher quantity of roughage (60%) originates lamb meat with lower fat content. Roughage type had higher influence on fatty acid profile of meat than roughage:concentrate ratio of diets. Characteristics of lamb muscle fibers change more in function of muscle type than diet. Diets containing higher quantity of concentrate (60%) increase muscle hypertrophy on lambs. In feedlot lambs, contents of meat total and soluble collagen are not affected by diets and muscle type. Sugar cane on feedlot lambs food maintained physic-chemical quality of meat. In this case, it can be used on this production phase and when it's associated at higher quantity of concentrate in diet, it improved sensorial quality of meat.

**Keywords:** feedlot, lamb meat, muscles, qualitative characteristics, roughage: concentrate ratio

## CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1. Introdução

A ovinocultura está em franco crescimento e tem grande potencial de se tornar uma atividade economicamente sustentável e significativa no agronegócio brasileiro. A atividade tem se apresentado como boa opção, em virtude do incremento da demanda e preços da carne ovina. No entanto, a irregularidade de oferta e a baixa qualidade das carcaças comercializadas, ainda limitam o consumo de carne ovina no Brasil, cujo mercado é ávido por carnes de qualidade superior.

Objetivando sanar tais deficiências e sabedores das características favoráveis da carne de cordeiro, os setores envolvidos na cadeia têm se mobilizado no sentido de imprimir qualidade ao produto, abatendo animais jovens. Além da utilização de raças de corte, a intensificação dos sistemas de produção, buscando melhores índices produtivos também tem sido adotada. A terminação de cordeiros em confinamento contribui para o abate precoce dos animais, resultando em carcaças com características que atendam as exigências de mercado, garantindo mais rápido retorno do capital investido. Entretanto, este sistema muitas vezes é inviável, em decorrência da alimentação, responsável por cerca de 70% dos custos de produção (BARROS, 2004).

A cana-de-açúcar como volumoso na alimentação de ovinos, tem grande importância quando comparada com a silagem de milho e feno, como opção para minimizar o custo das dietas, principalmente em regiões sucroalcooleiras. No Brasil, a área plantada com cana-de-açúcar é de 7,04 milhões de hectares, sendo o estado de São Paulo o maior produtor (BRASIL, 2007).

Considerando a escassez de trabalhos utilizando a cana-de-açúcar *in natura* na alimentação de ovinos, e frente à elevada exigência do mercado consumidor em relação aos produtos ovinos, estudos sobre a influência deste volumoso associado a alimentos concentrados, sobre as características nutricionais, estruturais, físico-químicas e sensoriais da carne ovina, são oportunos.

## 2. Revisão da literatura

### 2.1. Produção e utilização da cana-de-açúcar *in natura* em dietas para cordeiros

De acordo com informações da COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (2007), a produção brasileira de cana-de-açúcar na safra 2006/07 foi de 471,17 milhões de toneladas, valor superior ao da safra anterior. Segundo tal órgão, a região Sudeste possui a maior produtividade nacional (82,92 t/ha), sendo que o Estado de São Paulo é o maior produtor, com média de 86 t/ha. Esta cultura é uma das principais atividades de importância econômica no Brasil, gerando divisas a partir da produção de açúcar, álcool e aguardente. Além desses produtos, a expansão de seu cultivo para regiões tradicionais de pecuária e de produção de grãos vem viabilizando seu uso na alimentação animal, considerando a produtividade, qualidade nutricional e facilidade de colheita da variedade utilizada (BARBOSA & SILVEIRA, 2006).

Entre as forrageiras de clima tropical, a cana-de-açúcar se destaca por ser a planta que apresenta maior potencial de produção de matéria seca e energia por unidade de área, em um único corte/ano (FRANÇA et al., 2005), tornando-se competitiva pelos baixos custos. Outro aspecto importante é que, a cana-de-açúcar conserva sua qualidade por períodos relativamente prolongados, viabilizando sua utilização durante a escassez de forragem de qualidade que ocorre na época seca, já que praticamente não há redução do valor nutritivo com o avançar da idade (LIMA & MATTOS, 1993; OLIVEIRA, 1999). Esta capacidade de manter seu valor nutritivo durante 4-6 meses após a maturação a torna adequada para pequenos produtores, que podem utilizá-la fresca, colhida diariamente. A cana-de-açúcar *in natura* é uma alternativa de alimentação, e quando convenientemente utilizada maximiza a produção de ruminantes (PINTO et al., 2003), no entanto, há limitações no seu consumo, devido ao alto conteúdo e à baixa qualidade da fibra. A redução do consumo de matéria seca em dietas com cana-de-açúcar tem sido relacionada não só com o teor de fibra indigestível, mas também à baixa taxa de digestão da fibra potencialmente degradável, causando repleção ruminal (PANCOTI et al., 2007).

Dietas envolvendo cana-de-açúcar necessitam de correções nos teores protéico e mineral, uma vez que esta forrageira tem baixa quantidade de proteína (2 a 4% de PB) e minerais, principalmente fósforo, enxofre, zinco e manganês. Estas correções associadas à utilização de variedades melhoradas de cana-de-açúcar, com altos teores de açúcar e baixos de fibra, melhoram o consumo e o desempenho dos ovinos (TORRES & COSTA, 2001). A diminuição da proporção de cana-de-açúcar e aumento de alimentos concentrados, também proporcionaria maior aporte protéico, menor concentração de fibra de baixa digestibilidade e, conseqüentemente, maior consumo de matéria seca (COSTA et al., 2005).

Para melhor atender as exigências nutricionais de cordeiros destinados à produção de carne, recomenda-se cana-de-açúcar desenvolvida para fins forrageiros, como a IAC 86-2480, associada, a alimentos concentrados. Segundo LANDELL et al. (2002), a utilização da cana-de-açúcar IAC 86-2480 na alimentação de bovinos de corte, aumentou em 17% o ganho de peso, em comparação aos animais que consumiram a variedade industrial RB 72-454. De acordo com SILVA et al. (2005), ainda que o teor de proteína não ultrapasse 4% de proteína bruta, o melhor valor nutricional da cana-de-açúcar IAC 86-2480, está relacionado ao alto teor de açúcar, podendo atingir 50% na matéria seca, e a quantidade de nutrientes digestíveis totais (55 a 60%).

MORENO (2008), ao avaliar o desempenho de cordeiros Ile de France terminados em confinamento com dietas contendo cana-de-açúcar IAC 86-2480 ou silagem de milho em duas relações volumoso:concentrado (60:40 e 40:60), verificou que a relação volumoso:concentrado influenciou o consumo de matéria seca, ganho de peso diário e período de confinamento dos cordeiros. Os animais alimentados com dietas contendo menor relação volumoso:concentrado tiveram maiores consumo de matéria seca (867,13 *versus* 749,05 g/animal/dia), ganho de peso diário (314,35 *versus* 235,96 g/animal/dia), atingindo o peso de abate mais precocemente (57 *versus* 77 dias de confinamento) em relação aos que receberam dietas contendo maior relação volumoso:concentrado.

O tipo de volumoso também influenciou o consumo de matéria seca e o ganho de peso diário. As dietas contendo silagem de milho proporcionaram maiores consumos de matéria seca (862,21 *versus* 753,97 g/animal/dia) e ganho de peso diário (294,64 *versus* 255,66 g/animal/dia) comparadas às que continham cana-de-açúcar IAC 86-2480. O período de confinamento dos cordeiros não foi afetado, sendo que cordeiros alimentados com dietas contendo silagem de milho atingiram o peso de abate aos 64 dias e os que receberam dietas contendo cana-de-açúcar aos 71 dias de confinamento. Os menores ganhos de peso, observados em cordeiros que receberam dietas contendo cana-de-açúcar, ainda podem ser considerados satisfatórios.

## 2.2. Características qualitativas da carne

Segundo FERNANDES (2007), pesquisas evoluem no sentido de investigar e melhorar os aspectos qualitativos dos produtos cárneos, com o objetivo de cativar consumidores e ampliar a competição de mercado. No entanto, o termo **qualidade da carne** pressupõe um conceito amplo, complexo e ambíguo, pois envolve diversos aspectos inter-relacionados, que englobam todas as etapas da cadeia produtiva, variando com as regiões geográficas, questões culturais, classes sócio-econômicas, visões técnico científicas, industriais e comerciais.

O sucesso de um produto depende da sua aceitação pelo consumidor em função das características desejadas e valorizadas pelo mesmo, no decorrer das compras, por meio de atributos sensoriais ou outras fontes de informação. A qualidade da carne normalmente é avaliada por parâmetros estruturais, físico-químicos e sensoriais, sendo seu valor nutricional considerado relevante por consumidores mais exigentes e com maior poder aquisitivo. Dentre esses aspectos, vem merecendo destaque o teor de gordura da carne e sua composição em ácidos graxos, uma vez que este tipo de alimento, aliado aos padrões da vida moderna (estresse e sedentarismo), está sendo associado a distúrbios na saúde humana, como obesidade, hipertensão e problemas cardíacos.

### **2.2.1. Características nutricionais da carne de cordeiros**

Atualmente tem-se discutido muito a relação entre nutrição e saúde, frente aos problemas globais de saúde relacionados aos alimentos (VANDENDRIESSCHE, 2008). Quando se almeja qualidade de vida e adoção de atitudes compatíveis com a prevenção de doenças, é cada vez maior o interesse da população em saber o que se consome (SCOLLAN et al., 2006), daí a importância dos parâmetros nutricionais desejáveis dos alimentos. Com o aumento da população mundial e melhora no estilo de vida das pessoas, o consumo de carne tem aumentado em função da maior urbanização e desejo de maior variabilidade nas dietas (SOFOS, 2008), podendo a carne ovina ocupar espaço num mercado cada vez mais competitivo e globalizado.

#### **2.2.1.1. Composição centesimal**

A carne tem grande importância nutricional na alimentação dos seres humanos, sendo fonte de aminoácidos, minerais, água, gordura e vitaminas. De acordo com PRATA (1999), a composição centesimal da carne ovina é de 75% de umidade, 19% de proteína, 4% de gordura e 1,1% de matéria mineral, sendo muito influenciada pela alimentação (OLIVÁN et al., 2000; OSÓRIO et al., 2002) e acabamento dos animais (ZEOLA et al., 2004).

Ao avaliarem o efeito de diferentes sistemas de terminação de cordeiros, ROWE et al. (1999), observaram menor umidade (66,46%) e maior porcentagem de gordura (10,79%) na carne dos terminados em confinamento, do que na dos terminados em pasto (70,97% e 6,85%), respectivamente. Respostas semelhantes foram obtidas por MADRUGA et al. (2005), que ao estudarem a qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com 60% de volumoso e 40% de concentrado, verificaram maior umidade (76%) e menor teor de gordura (2,74%) na carne dos animais terminados com palma forrageira, do que na dos terminados com silagem de milho (70,81% e 8,38%, respectivamente).

Segundo CHURCH (1988), a manipulação da relação volumoso:concentrado também pode modificar a absorção e deposição de nutrientes nos tecidos. ZEOLA et al. (2004), ao avaliarem diferentes relações volumoso:concentrado (40:60; 55:45 e 70:30) para cordeiros Morada Nova, verificaram que as dietas afetaram o teor de proteína, que variou de 19,64 a 20,61%, porém, não afetaram a umidade, e os teores de matéria mineral e gordura da carne, com valores médios de 75,60%, 1,12% e 2,25%, respectivamente. ARQUIMÈDE et al. (2008), ao estudarem o efeito da inclusão de níveis crescentes de concentrado (0, 150, 300 e 600 g) nas dietas de cordeiros confinados, também observaram influência das mesmas sobre o teor de extrato etéreo da carne dos animais, o qual variou de 10,79 a 11,51%.

De forma diferente, CARSON et al. (2001), ao investigarem o efeito da terminação de cordeiros alimentados com dietas contendo alta ou baixa relação volumoso:concentrado, notaram que a umidade e os teores de proteína, gordura e cinzas, não diferenciaram entre as mesmas. Ao avaliar a composição centesimal da carne de tourinhos terminados em confinamento e alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar (var. SP 80-1816) e dois teores de concentrado (40 ou 60%), OLIVEIRA (2008), também não observou diferenças na umidade e nos teores de proteína bruta, extrato etéreo e cinzas, os quais variaram de 73,79 a 74,48%, 22,75 a 22,95%, 1,90 a 2,34% e 1,12 a 1,13%, respectivamente.

Como os trabalhos utilizando a cana-de-açúcar *in natura* na alimentação de ovinos são escassos, e frente à elevada exigência do mercado consumidor em relação às características qualitativas da carne, há necessidade de mais informações sobre a influência desta fonte volumosa associada a alimentos concentrados sobre o valor nutricional da mesma.

#### **2.2.1.2. Colesterol e perfil de ácidos graxos**

Com a crescente atenção dos consumidores para a relação dieta e saúde, nota-se redução da ingestão de gorduras ricas em colesterol e ácidos graxos saturados e,

aumento no consumo de ácidos graxos mono e poliinsaturados, visando reduzir a obesidade e os riscos de câncer e doenças cardiovasculares (JAKOBSEN, 1999; SCOLLAN et al., 2006). A carne dos ovinos, assim como a dos demais ruminantes, tem sido associada a alimentos pouco saudáveis devido ao tipo de gordura que a caracteriza, sendo esta considerada fonte de ácidos graxos saturados, colesterol e calorias. Entretanto, a ocorrência desses distúrbios não está associada somente à dieta, mas a fatores genéticos e aqueles relacionados ao estilo de vida do homem moderno (MONTEIRO et al., 2007).

A premissa de que a gordura é nociva à saúde se baseia no fato de a gordura saturada da carne e dos produtos cárneos aumentar o teor de colesterol do sangue, causando doenças e até mesmo morte. Entretanto, ainda não foi demonstrado que o consumo elevado de gorduras cause a morte de pessoas que não pertenciam ao grupo de risco para doenças do coração, ou ainda que dietas com baixos teores de gordura possam reduzir a incidência destas doenças (FERNANDES, 2007).

A natureza e quantidade dos lipídios armazenados nos tecidos dependem das condições alimentares, dos processos de digestão e absorção intestinal, metabolismo hepático e sistemas de transporte (GEAY et al., 2001). Os lipídios podem ser estocados na forma de gordura subcutânea, intermuscular, intramuscular e interna (mesentérica, omental e perirrenal), no entanto, a composição dos depósitos dependerá da dieta e necessidade do uso destas reservas ao longo da vida do animal (ENGLE et al., 2000).

O colesterol ( $C_{27}H_{46}O$ ) é um dos mais importantes esteróides do tipo lipídio-derivado ou lipídio esteróide, encontrados nos tecidos animais. Como são substâncias insolúveis em água, o transporte dos ésteres de colesterol e do próprio colesterol ocorre na forma de lipoproteínas plasmáticas, formadas pela combinação de apolipoproteínas (proteínas transportadoras específicas, livres de lipídios) e de lipídios. Transportados para os tecidos, são armazenados ou consumidos, via plasma sanguíneo, na forma de lipoproteínas plasmáticas. De acordo com LEHNINGER et al. (1995), diferentes combinações de lipídios e proteínas produzem partículas com densidades diferentes, variando de lipoproteínas de densidade muito alta até lipoproteínas de densidade muito baixa. As lipoproteínas de baixa densidade (LDL) ou *mau* colesterol são consideradas

as mais prejudiciais ao organismo, porque transportam a maior parte do colesterol na circulação. Quando os níveis de LDL no sangue forem muito altos, o colesterol tende a aderir às paredes das artérias, reduzindo o calibre das mesmas, tornando-as obstruídas. Já as lipoproteínas de alta densidade (HDL) ou *bom* colesterol removem o colesterol do sangue e o transporta de volta ao fígado, onde é digerido e posteriormente eliminado.

Os ácidos graxos podem ser classificados de acordo com a estrutura de suas moléculas, em saturados, monoinsaturados ou poliinsaturados; ou conforme seu efeito no metabolismo do colesterol, em hipercolesterêmios, neutros e hipocolesterêmios. Os saturados, mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) são considerados hipercolesterêmios, porém, o esteárico (C18:0) que representa 10 a 20% das gorduras produzidas pelos ruminantes, não demonstra esta propriedade. Ao contrário dos saturados que têm a tendência de elevar os níveis de colesterol do sangue, os ácidos graxos mono e poliinsaturados são considerados hipocolesterêmios por serem efetivos na diminuição da concentração do mesmo, com exceção dos ácidos palmitoléico (C16:1 *cis*-9), miristoléico (C14:1 *cis*-9), que não partilham das mesmas propriedades, e dos isômeros *trans*, principalmente o elaídico (C18:1 *trans*-9), que tem sido associado aos altos riscos de doenças cardiovasculares (WILLIANS, 2000; VALSTA et al., 2005).

Os ácidos graxos poliinsaturados, como o linoléico (C18:2  $\omega$ 6) e seus derivados, que formam a família dos ácidos graxos  $\omega$ 6 e principalmente o ácido graxo linolênico (C18:3  $\omega$ 3) e seus derivados que formam a família dos ácidos graxos  $\omega$ 3, são considerados essenciais, porque os mamíferos não podem sintetizá-los, necessitando obtê-los via dieta. O linoléico (C18:2  $\omega$ 6) é essencial para o crescimento e reprodução e o linolênico (C18:3  $\omega$ 3), essencial para as funções cerebrais e da retina (GEAY et al., 2001).

A proporção dos ácidos graxos poliinsaturados das famílias ômega-6 ( $\omega$ 6) e ômega-3 ( $\omega$ 3) é um novo parâmetro de valorização nutricional dos alimentos, uma vez que a falta de  $\omega$ 3 e os excessos de  $\omega$ 6 que caracterizam as dietas ocidentais, são responsáveis por doenças degenerativas e cânceres. Em dietas ricas em  $\omega$ 6, o organismo produzirá eicosanóides inflamatórios e cancerígenos. Por outro lado, os  $\omega$ 3

são antiinflamatórios, reduzem os lipídios sangüíneos, tendo propriedades vasodilatadoras, sendo benéficos na prevenção de doenças cardíacas, hipertensão e diabetes (FAGUNDES, 2002). Em função disso, a relação  $\omega 6:\omega 3$  parece ser fundamental, sendo recomendável dietas com proporção 4:1 ou 5:1 (HOLMAN, 1998; WOOD et al., 2003). Neste aspecto, a carne ovina é mais favorável à saúde humana, por apresentar baixa relação  $\omega 6:\omega 3$  (2:1), comparada à de suínos (7:1) (WOOD et al., 2003).

A carne ovina é rica em ácidos graxos saturados e monoinsaturados, com pequenas quantidades de poliinsaturados (MONTEIRO et al., 2007). Os ácidos graxos saturados mais encontrados nesta carne são o mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0); os monoinsaturados palmitoléico (C16:1  $\omega 7$ ) e oléico (C18:1  $\omega 9$ ) e os poliinsaturados linoléico (C18:2  $\omega 6$ ), linolênico (C18:3  $\omega 3$ ) e araquidônico (C20:4  $\omega 6$ ). Quando comparada à carne de monogástricos, a dos ruminantes apresenta maior concentração de ácidos graxos saturados e menor relação poliinsaturados:saturados, sendo essa diferença devida, principalmente, ao processo de biohidrogenação dos ácidos graxos não saturados que ocorre no rúmen pela ação de microrganismos (FRENCH et al., 2000).

Devido a este processo, os ácidos graxos da dieta são modificados, com formação de ácidos graxos saturados e monoinsaturados, que se depositam nos tecidos (DEMEYER & DOREAU, 1999). Todavia, quando a ingestão de insaturados é muito grande, a capacidade dos microrganismos do rúmen em biohidrogenar pode ser excedida, ocorrendo maior absorção intestinal de ácidos graxos insaturados. Neste contexto, é possível aumentar a insaturação e reduzir o teor relativo de ácidos graxos saturados e monoinsaturados nas carnes dos ruminantes, aumentando a proporção de ácidos graxos poliinsaturados na dieta (GEAY et al., 2001).

Vários fatores podem afetar o processo de biohidrogenação, a composição dos ácidos graxos depositados na carne, bem como o teor de colesterol. Dentre eles, destaca-se o sistema de alimentação, a composição, relação volumoso:concentrado e tipo de volumoso da dieta (ROWE et al., 1999; DEMIREL et al., 2006; GALLO et al., 2007; NUERNBERG et al., 2008).

A biohidrogenação pode ser inibida pelo concentrado da dieta, uma vez que este diminui o pH ruminal, reduzindo conseqüentemente a lipólise, que é pré-requisito para este processo (DEMEYER & DOREAU, 1999). Ao avaliarem o efeito das relações volumoso:concentrado (75:25 e 25:75) no perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros, DEMIREL et al. (2006) verificaram que a carne dos animais alimentados com mais volumoso, teve maior proporção do ácido oléico (C18:1) (36,40%) do que a dos alimentados com mais concentrado (34,00%). Da mesma forma, houve maior porcentagem do ácido esteárico (C18:0) na carne dos cordeiros alimentados com a relação 75:25, sugerindo maior biohidrogenação.

Com relação à composição de ácidos graxos, o aumento da participação de forragem na alimentação traz vantagem na constituição da carne, com maiores concentrações de ácidos graxos saturados e poliinsaturados na carne de cordeiros alimentados com forragens (GALLO et al., 2007; NUERNBERG et al., 2008). Ao estudarem o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros, GALLO et al. (2007), verificaram que as concentrações dos saturados pentadecanóico (C15:0), palmítico (C16:0) e heptadecanóico (C17:0), dos monoinsaturados palmitoléico (C16:1) e oléico (C18:1) e do poliinsaturado linolênico (C18:3) foram influenciadas pelo sistema de terminação. As carnes dos animais terminados em pasto e a dos que receberam apenas feno no confinamento tiveram maiores teores de ácidos saturados. A concentração do ácido poliinsaturado C18:3, também foi maior na carne dos cordeiros alimentados com feno, seguida pela dos terminados no pasto e dos confinados com dieta completa. NUERNBERG et al. (2008), ao avaliarem o efeito dos sistemas de terminação (pasto e confinamento), também verificaram que a concentração de ácidos graxos saturados foi maior na carne dos cordeiros terminados em pasto.

Os sistemas de alimentação com base no consumo de forragens também aumentaram a porcentagem dos ácidos graxos da família dos  $\omega$ 3 na carne de cordeiros (DEMIREL et al., 2006; NUERNBERG et al., 2008). Ao estudarem o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros terminados com relações volumoso:concentrado (75:25 e 25:75), DEMIREL et al. (2006) verificaram que na relação 75:25 produziu-se carne com maior concentração de  $\omega$ 3 e menor relação  $\omega$ 6: $\omega$ 3. NUERNBERG et al. (2008), ao

avaliarem o efeito dos sistemas de terminação (pasto e confinamento), também verificaram que a relação  $\omega 6:\omega 3$  foi menor na carne dos cordeiros terminados em pasto (2,40), quando comparada à carne dos confinados (3,20).

Nota-se que ovinos alimentados com forragem fresca e/ou pasto tendem a apresentar melhor qualidade do produto final, no entanto, em grande parte destas pesquisas, utilizaram-se forragens de clima temperado. Informações sobre o teor de ácidos graxos em alimentos de clima tropical (volumosos e concentrados) são oportunas, visando reduzir extrapolação de informações obtidas com alimentos de clima temperado (FERNANDES et al., 2007; MONTEIRO et al., 2007). De forma geral, forrageiras de clima temperado possuem elevadas quantidades de ácidos linolênico e linoléico, podendo totalizar mais de 70% dos ácidos graxos, enquanto gramíneas de clima tropical possuem menores teores de ácido linolênico, próximo a 50% (VAN SOEST, 1994; FERNANDES et al., 2007).

Ao avaliarem o perfil de ácidos graxos em concentrados e volumosos utilizados em região tropical, FERNANDES et al. (2007) verificaram na cana-de-açúcar e no capim elefante, teores elevados de ácidos linoléico e linolênico, que totalizaram 58,80% e 55,70%, respectivamente. Entretanto, é importante ressaltar que as plantas forrageiras produzem diferentes concentrações de ácidos graxos poliinsaturados na carne, devido ao maior ou menor nível destes, ou por diferenças no processo de digestão do alimento no rúmen (WOOD et al., 2008).

### **2.2.2. Características estruturais da carne de cordeiros**

A carne é uma complexa organização dos tecidos muscular, conjuntivo, adiposo e sangüíneo, resultante de reações físico-químicas pré e pós-abate, e que determinam suas qualidades nutricionais e sensoriais. Para avaliar as propriedades da carne fresca e seu potencial de utilização, é necessário conhecer as características metabólicas e fisiológicas do músculo (RAMOS & GOMIDE, 2007).

### 2.2.2.1. Fibra muscular

O músculo estriado esquelético está envolvido com a locomoção e os movimentos de respiração, sendo constituído por células que possuem capacidade contrátil, cuja expressão se dá nas células musculares. O diâmetro das fibras varia de 10 a 100  $\mu\text{m}$ , podendo o comprimento atingir 10 cm, dependendo da arquitetura do músculo (SILVA & CARVALHO, 2007).

As diferenças entre os tipos de fibras não são evidenciadas pelas técnicas histológicas de rotina. O emprego de métodos morfológicos e histoenzimológicos para detecção das atividades metabólica e contrátil, permitem classificar com segurança os tipos básicos de fibras de um músculo (MACEDO, 2000). Com a utilização de técnicas histoquímicas, observou-se que a maioria dos músculos estriados dos mamíferos é constituída por uma população heterogênea de fibras, que apresentam características morfológicas, bioquímicas e fisiológicas distintas. No entanto, nos últimos 40 anos, os diferentes métodos utilizados na classificação das fibras musculares resultaram numa diversidade de nomenclaturas, sendo as fibras musculares classificadas de acordo com suas propriedades contráteis e metabólicas ou cor (RAMOS & GOMIDE, 2007).

Nos primeiros estudos histoquímicos efetuados, os tipos de fibras musculares esqueléticas foram classificadas em vermelhas, intermediárias e brancas (OGATA, 1958). Posteriormente, segundo BROOKE & KAISER (1970), três tipos principais de fibras musculares foram descritas, sendo denominadas de fibras dos tipos I (vermelhas), IIA (intermediárias) e IIB (brancas), de acordo com o padrão de reação para a atividade da ATPase da porção globular da cadeia pesada da miosina (ATPase miofibrilar ou m-ATPase).

ASHMORE & DOERR (1971), ao utilizarem a combinação das reações histoquímicas para detecção da atividade das enzimas m-ATPase e succinato desidrogenase (SDH), classificaram as fibras musculares como  $\beta$ Red (vermelhas),  $\alpha$ Red (intermediárias) e  $\alpha$ White (brancas). Posteriormente, PETER et al. (1972), classificaram as fibras musculares em SO (*Slow oxidative*), de contração lenta e metabolismo oxidativo, FOG (*Fast oxidative glycolytic*), de contração rápida e

metabolismo oxidativo-glicolítico e FG (*Fast glycolytic*), de contração rápida e metabolismo glicolítico, baseando-se na combinação das reações histoquímicas e na detecção da atividade das enzimas m-ATPase e NADH tetrazólio redutase (NADH-TR).

Neste contexto, os tipos de fibras musculares podem ser distinguidos conhecendo-se sua forma de contração e de suprimento de energia. De modo geral, as fibras musculares são classificadas em oxidativas de contração lenta; glicolíticas de contração rápida; e oxidativas-glicolíticas de contração rápida. As fibras *glicolíticas* têm maior diâmetro e aparência clara (brancas), enquanto que as *oxidativas* e as *oxidativas-glicolíticas*, possuem menores diâmetros e aparência avermelhada, devido à maior presença de mioglobina (RAMOS & GOMIDE, 2007).

Vale mencionar as novas análises imunohistoquímicas, com o uso de anticorpos poli e monoclonais, visando acelerar o processo de diferenciação das fibras, e confirmar as respostas obtidas por técnicas histoquímicas como m-ATPase e NADH-TR. Segundo KLONT et al. (1998), a técnica imunohistoquímica permite definir com precisão três subtipos de fibras rápidas: IIA, IIX e IIB, tendo todas, metabolismo oxidativo-glicolítico. A IIA possui maior atividade oxidativa, a IIB, maior atividade glicolítica, e a IIX, metabolismo intermediário entre as fibras IIA e IIB (RAMOS & GOMIDE, 2007).

A composição e o tipo de fibra variam em função do músculo e de fatores ambientais, destacando-se a dieta (MACEDO, 2000; VESTERGAARD et al., 2000a). Ao avaliarem o efeito da dieta nas características das fibras musculares de bovinos, SEIDMAN & CROUSE (1986) verificaram que os alimentados com baixa energia, tiveram maior porcentagem de fibras vermelhas que os alimentados com alta energia. MACEDO (2000), ao trabalhar com cordeiros dos grupos genéticos, Corriedale, Bergamácia x Corriedale e Hampshire Down x Corriedale terminados em pasto ou confinamento, e SANTELLO (2005), com cordeiras mestiças ½ Dorset ½ Santa Inês, também terminadas em pasto ou confinamento, verificaram que fibras do tipo FOG foram predominantes no músculo *Semitendinosus*, independentemente do grupo genético e/ou sistema de terminação. MONTEIRO et al. (2000), ao avaliar o músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros terminados em pasto também verificaram superioridade na frequência de fibras FOG.

VESTERGAARD et al. (2000a) estudaram os efeitos dos sistemas de produção (extensivo e intensivo) e do tipo de músculo (*Semitendinosus*, *Longissimus dorsi* e *Supraspinatus*) sobre as características das fibras musculares e a qualidade da carne de bovinos abatidos aos 360 e 460 kg. Os autores verificaram que em animais criados no sistema extensivo, a frequência da fibra tipo I (SO) foi maior nos músculos *Longissimus dorsi* e *Supraspinatus*, independentemente do peso ao abate; a frequência da tipo IIA (FOG), maior no músculo *Semitendinosus*, e quando comparada aos 360 kg, no músculo *Longissimus dorsi*; sendo a frequência da fibra tipo IIB, menor nos três músculos estudados. Quanto ao efeito dos músculos, foi observado que o músculo *Semitendinosus* teve a menor frequência da fibra tipo I (19,50%) e o *Supraspinatus*, a maior frequência (58,70%), com valor intermediário (27,60%) para o *Longissimus dorsi*.

Variações no tipo, frequência e tamanho das fibras musculares, ocasionadas pelo tipo de músculo ou pela dieta, podem afetar as características qualitativas da carne (MACEDO, 2000; VESTERGAARD et al., 2000a,b; OLIVER & GIL, 2000; GIL et al., 2005; RAMOS & GOMIDE, 2007), com particular importância para pH, cor, maciez e capacidade de retenção de água (KLONT et al., 1998). Segundo SAZILI et al. (2005), esses fatores são os que mais influenciam nas transformações *post mortem* do músculo, sendo evidenciada a importância das características dos tipos de fibras musculares na avaliação qualitativa da carne ovina.

#### **2.2.2.2. Colágeno**

As fibras musculares estão envoltas por uma matriz extracelular rica em carboidratos e proteínas, que constituem o tecido conjuntivo do músculo, organizado em três bainhas: epimísio, perimísio e endomísio (PURSLOW, 2005; SILVA & CARVALHO, 2007), que se misturam com agregados massivos de tecido conjuntivo (tendões) que se ligam ao esqueleto. Os tendões são constituídos de feixes de fibrilas de colágeno com ondulação a intervalos regulares de aproximadamente 100 µm (LAWRIE, 2005).

O colágeno constitui 1/3 do total das proteínas dos vertebrados e é encontrado sob várias formas nos tecidos, exercendo funções de acordo com sua localização (SHIMOKOMAKI, 1992). Dos dezenove tipos de colágeno conhecidos (OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2001), acredita-se que somente quatro sejam importantes para o tecido muscular. Os tipos I e III são encontrados no tecido conjuntivo do epimísio, perimísio e endomísio, sendo o epimísio formado fundamentalmente pelo tipo I. Existem quantidades significativas do tipo III no perimísio, e embora existam quantidades equivalentes dos tipos I e III no endomísio, este último, na membrana basal, consiste principalmente em colágeno do tipo IV. Pequenas quantidades do tipo V estão presentes no endomísio e perimísio (PURSLOW, 2005).

De acordo com BAILEY (1985), embora os músculos contenham pouco colágeno (2 a 10% do peso seco), este componente do tecido conjuntivo exerce influência sobre a maciez da carne, estando envolvido no encolhimento relacionado às perdas de líquido ao cozimento (LIGHT & CHAMPION, 1984). Este processo ocorre em temperaturas de 60-70 °C, provavelmente devido à ruptura das ligações cruzadas, e, à medida que se eleva a temperatura para valores superiores a 70 °C ocorre solubilização parcial do colágeno, resultando na formação de gelatina (RAMOS & GOMIDE, 2007).

A participação do colágeno na maciez da carne está relacionada ao conteúdo total de colágeno e sua solubilidade (YOUNG & BRAGGINS, 1993; RAMOS & GOMIDE, 2007), quantificados pelo teor de hidroxiprolina, aminoácido presente quase que exclusivamente no colágeno (OLIVÁN et al., 2000), e que está diretamente relacionado à estabilidade térmica da tripla hélice, sendo importante para a qualidade sensorial da carne (LAWRIE, 2005).

De forma geral, o conteúdo de colágeno solúvel influencia a maciez da carne em animais de diferentes idades, enquanto o conteúdo total prediz diferenças na maciez entre músculos (RAMOS & GOMIDE, 2007). Com o aumento na idade dos animais, o colágeno vai se modificando, em número de ligações cruzadas, tornando-se mais resistente ao corte, à mastigação e à hidrólise (ARIMA, 2006). A quantidade de colágeno dos músculos está diretamente relacionada com a função fisiológica destes, tendo os de locomoção, maiores teores de tecido conjuntivo do que os de suporte.

O sistema de alimentação, o tipo de músculo e o exercício físico influem nos conteúdos de colágeno total e solúvel na carne (MILLS et al., 1989; HARPER et al., 1999; PURSLOW, 2005). Ao estudar os efeitos dos sistemas de produção (extensivo e intensivo) e peso ao abate (360 e 460 kg) sobre a qualidade da carne de bovinos, VESTERGAARD et al. (2000b) avaliaram os conteúdos de colágeno total e solúvel nos músculos *Semitendinosus* e *Longissimus dorsi*, e verificaram que o conteúdo de colágeno no músculo *Semitendinosus* foi 20% menor nos animais de 360 kg criados no sistema extensivo. No músculo *Longissimus dorsi*, o conteúdo de colágeno não foi afetado pelo sistema de produção ou peso ao abate, mas o colágeno solúvel foi maior nos animais de 360 kg criados no sistema extensivo. DÍAZ et al. (2002) avaliaram a qualidade da carne de cordeiros criados em diferentes sistemas de produção e constataram numericamente, mais colágenos total e solúvel na carne de cordeiros terminados em confinamento (2,67 mg e 30%, respectivamente) em relação à dos terminados em pasto (2,47 mg e 28%, respectivamente).

Há variações nas propriedades do colágeno entre músculos do mesmo animal, atribuídas ao metabolismo, estrutura, função fisiológica, localização e taxa de crescimento dos mesmos (BOSELNANN et al., 1995). Ao avaliarem 18 músculos de cordeiros, TSCHIRHART-HOELSCHER et al. (2006) verificaram no *Longissimus lumborum* e no *Triceps brachii* conteúdo de colágeno total de 2,6 mg/g e 5,0 mg/g, respectivamente.

### **2.2.3. Características físico-químicas da carne de cordeiros**

Após a morte do animal, com a interrupção do suprimento sangüíneo e fornecimento de oxigênio ao tecido muscular, modificações bioquímicas e estruturais, conhecidas como modificações *post mortem*, ocorrem simultaneamente, transformando o músculo em carne (RAMOS & GOMIDE, 2007). Essas alterações físico-químicas constituem a base das avaliações objetivas e subjetivas para determinação das características físicas e sensoriais da carne.

Dentre as propriedades físico-químicas da carne, as mais importantes são o pH, cor, maciez e capacidade de retenção de água, haja vista que por meio destas, pode-se prever sua qualidade para comercialização, aparência e adaptabilidade aos processamentos industriais (DABÉS, 2001; PELICANO & PRATA, 2007). Entretanto, estas características indicadoras da qualidade da carne podem ser influenciadas por fatores intrínsecos como tipo de músculo, raça, idade, sexo e indivíduo, e extrínsecos, como alimentação, estresse prévio ao abate, condições pós-abate, tempo de jejum, estimulação elétrica e refrigeração (KOOHMARAIE et al., 1996).

### **2.2.3.1. 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 12 a 24 horas após abate, período em que se estabelece o *rigor mortis* (MURRAY, 1995; SILVA SOBRINHO, 2005). Neste processo, o glicogênio muscular presente na carne favorece a formação de ácido láctico, diminuindo o pH e tornando a carne com odor e sabor ligeiramente ácido (CAÑEQUE et al., 1989).

Tanto o pH final quanto a velocidade de sua queda, afetam as características da cor, suculência, sabor, capacidade de retenção de água, bem como a capacidade de conservação da carne (CEZAR & SOUSA, 2007), uma vez que as bactérias causadoras da decomposição e putrefação, não encontrarão condições adequadas para sua multiplicação. De acordo com SAÑUDO (1980), o pH pode ser influenciado por fatores intrínsecos como tipo de músculo, raça, idade, sexo e indivíduo, e extrínsecos como alimentação, tempo de jejum e refrigeração.

Com relação ao músculo, a queda do pH dependerá dos tipos de fibras predominantes no mesmo, da atividade muscular antes do abate e do conteúdo de glicogênio muscular no momento do abate. O tipo de fibra muscular dominante influi no pH final, já que este tem relação inversa com o conteúdo de glicogênio acumulado no

músculo no momento do abate, ou seja, quanto maior o teor de glicogênio, mais baixo o pH muscular. Músculos vermelhos, ricos em fibras musculares vermelhas de contração lenta, possuem baixa concentração de glicogênio e metabolismo oxidativo, com pouca produção de ácido láctico, resultando em pH final mais elevado, normalmente acima de 6,3. As fibras musculares intermediárias de contração rápida e metabolismo oxidativo-glicolítico possuem alto conteúdo de glicogênio, assim como as fibras musculares brancas de contração rápida e metabolismo glicolítico, com degradação ativa de glicogênio a ácido láctico, resultando em pH final baixo, normalmente de 5,5 (GARRIDO & BAÑÓN, 2000; CEZAR & SOUSA, 2007). Em função da atividade, os músculos mais exigidos previamente ao abate, são os que apresentam pH mais elevado (GARRIDO & BAÑÓN, 2000). Ao avaliarem as características físico-químicas de 18 músculos de cordeiros, TSCHIRHART-HOELSCHER et al. (2006) observaram diferenças ( $P < 0,05$ ) entre os valores de pH final dos músculos, sendo de 5,9 nos músculos *Longissimus lumborum* e *Longissimus toracis*, e de 6,2 no *Triceps brachii*. Diferentemente do estudo supracitado, OLIVEIRA et al. (2004), ao estudarem o *rigor mortis* dos músculos *Longissimus dorsi* e *Triceps brachii* de cordeiros da raça Santa Inês, não verificaram diferenças ( $P > 0,05$ ) para pH inicial e final, de 6,67 e 5,61 no músculo *Longissimus dorsi*, e de 6,73 e 5,68 no *Triceps brachii*, respectivamente.

Quanto aos fatores alimentares que afetam o pH da carne dos ruminantes, o sistema de produção (pasto ou confinamento) parece ter maior influência do que as dietas propriamente ditas (com maior ou menor teor de concentrado; ou com diferentes volumosos). PRIOLO et al. (2002) relataram que o valor de pH final da carne de cordeiros terminados em pasto é maior do que o dos confinados (5,62 *versus* 5,57); provavelmente, em função da atividade física prévia ao abate. PERLO et al. (2008), ao estudarem o efeito de diferentes dietas sobre a qualidade da carne de cordeiros Corriedale produzidos na Argentina, também observaram maior valor de pH na carne dos cordeiros terminados com pasto nativo (5,68), comparado a dos terminados em confinamento com feno de alfafa moído (5,49) ou com ração peletizada de feno de alfafa com linhaça (5,57).

Ao avaliar o efeito da relação volumoso:concentrado sobre a qualidade da carne de cordeiros Morada Nova, ZEOLA et al. (2002) não verificaram diferenças nos valores de pH. Nos animais alimentados com as relações (70:30; 55:45; 40:60), os valores de pH da carne aos 45 minutos foram 6,15; 6,07 e 6,02, respectivamente; 24 horas após o abate os valores decresceram para 5,49; 5,36 e 5,45, respectivamente. MADRUGA et al. (2008), ao avaliarem o nível de concentrado na dieta sobre a qualidade da carne de cabritos da raça Saanen, também não encontraram diferenças de pH (6,20; 6,15 e 6,20) nas dietas com 80, 65 ou 50% de concentrado, respectivamente.

Ainda com relação à alimentação, FERNANDES et al. (2008), ao analisarem as características da carne de bovinos terminados em confinamento com dietas contendo silagem de milho ou cana-de-açúcar como volumosos, observaram que o pH da carne não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pelas mesmas, com médias de 5,63 e 5,73, respectivamente. Todas estas respostas confirmam o relato de que o nível de glicogênio muscular tem maior importância sobre o pH, sendo a dieta ou a natureza do alimento menos importante (SAÑUDO, 1992).

### **2.2.3.2. Cor da carne e da gordura**

A cor é a primeira característica a ser observada pelo consumidor ao adquirir a carne fresca, determinando indiretamente sua vida de prateleira, pois as carnes que desviam da cor ideal (vermelho cereja) tendem a acumular-se no balcão (DABÉS, 2001).

A cor da carne depende da concentração e da forma química da mioglobina muscular, que na carne fresca encontra-se reduzida ( $Fe^{++}$ ), de cor vermelha púrpura. Esta ao ser exposta por trinta minutos à presença de oxigênio, transforma-se em oximioglobina, mudando sua cor para vermelho brilhante, e após uma prolongada exposição do corte, ocorre oxidação excessiva, convertendo a mioglobina em metamioglobina, com coloração marrom indesejável (SAINZ, 1996).

Esta característica pode ser medida por métodos objetivos, utilizando-se colorímetro, entretanto, por ser considerado padrão internacional e por permitir a comparação entre diferentes espécies animais, o sistema CIELAB, desenvolvido em 1976 pela CIE (Comissão Internacional de Iluminação), que utiliza escalas de cores pelas coordenadas L\* (luminosidade), a\* (teor de vermelho) e b\* (teor de amarelo) tem sido o mais utilizado atualmente (RAMOS & GOMIDE, 2007; OSÓRIO et al. 2008).

A carne ovina geralmente apresenta valores de 30,58 a 38,00 para L\*, 12,27 a 18,01 para a\* e 3,34 a 5,65 para b\* (SOUZA et al., 2004), podendo variar em função da idade, sexo e raça do animal, manejo pré-abate, nutrição e forma de congelamento da carne (SAÑUDO, 1992). De acordo com RAMOS & GOMIDE (2007), a cor da carne pode ser influenciada também pela localização anatômica do músculo e atividade física do animal. Segundo os autores supracitados, carnes com predominância de fibras vermelhas possuem maiores concentrações de mioglobina do que as compostas por mais fibras brancas. Essa diferença está relacionada com o metabolismo respiratório (oxidativo) predominante nos músculos vermelhos, em que o armazenamento de oxigênio, realizado pela mioglobina, é consistente com a elevada proporção de enzimas envolvidas no metabolismo oxidativo e a baixa quantidade de enzimas glicolíticas encontrada nessas fibras. Ao avaliarem as características físico-químicas de 18 músculos de cordeiros, TSCHIRHART-HOELSCHER et al. (2006) verificaram no músculo *Longissimus lumborum* os valores de 42,70, 14,70 e 3,80 para as coordenadas L\*, a\* e b\* e no *Triceps brachii*, valores de 43,50, 15,70 e 3,50, respectivamente.

Com relação à alimentação, PRIOLO et al. (2002) verificaram que a carne de cordeiros Ile de France criados em pasto apresentou-se mais escura do que a de animais confinados. Alimentação mais volumosa gerou carnes mais escuras, como conseqüência do aumento da mioglobina do músculo decorrentes dos carotenos presentes no alimento (RICO, 1992). Ao avaliarem diferentes relações volumoso: concentrado para cordeiros Morada Nova, ZEOLA et al. (2002) constataram que as dietas não afetaram a cor da carne no músculo *Semimembranosus*, com médias de 40,46 para L\*; 14,62 para a\* e 1,10 para b\*.

A coloração mais forte da gordura da carcaça é uma característica indesejável e passível de discriminação pelos consumidores, que associam cores branca e creme da gordura à qualidade (PURCHAS, 1989). A coloração mais amarelada da gordura está relacionada ao acúmulo de carotenóides, sendo a luteína, o único carotenóide armazenado no tecido adiposo de ovinos (YANG et al., 1992; PRACHE et al., 2003a). Em contraste, a zeaxantina, carotenóide abundante no milho, não é armazenada por ruminantes (YANG et al., 1992; PRACHE et al., 2003a,b).

A luteína está presente em altos níveis na forragem verde, com valores de 9-14 mg/100g de matéria natural (PRACHE et al., 2003a), ao passo que cereais tubérculos e seus derivados não apresentam ou têm baixíssima concentração deste carotenóide (WOLTER, 1988). Cordeiros criados em pasto apresentaram 5,5 vezes mais carotenóides no sangue, e 3,25 vezes mais luteína na gordura perirrenal do que os criados em confinamento (PRACHE & THERIEZ, 1999; PRACHE et al., 2003a,b).

Vale ressaltar que todos os processos de conservação de forragens alteram a concentração de carotenóides. Segundo WOLTER (1988), houve redução em 60% destes pigmentos em gramíneas desidratadas em sistema de ventilação forçada ou ensiladas, em 70% no processo de fenação em galpão e 80 a 90% no mesmo processo à campo. KNIGHT et al. (1996) observaram que a cor levemente amarelada da gordura diminuiu quando bovinos receberam dietas com baixo teor de carotenóides, como grãos, feno e silagem, em função da diluição da cor da gordura. PRACHE et al. (2003a) reportaram que a intensidade da absorção de luz pelos carotenóides na gordura de cordeiros confinados teve correlação negativa com a duração do confinamento, sendo o efeito mediado pela diluição da gordura de coloração branca (PRACHE et al., 2003b).

### **2.2.3.3. 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), uma 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 resulta em perdas econômicas provenientes de gotejamento excessivo durante o armazenamento, transporte e comercialização (RAMOS & GOMIDE, 2007).

Entre os fatores intrínsecos que influem na capacidade de retenção de água estão o tipo de músculo, a raça e idade ao abate; e como fatores extrínsecos, a alimentação, o estresse pré-abate e as condições pós-abate (SAÑUDO, 1992). Segundo Forcada (1985), citado por OSÓRIO et al. (2008), em ovinos, maiores capacidades de retenção de água correspondem aos músculos: semimembrano, longuíssimo lombar, longuíssimo torácico e quadríceps femural; nos músculos dianteiros: supra-espinhal, infra-espinhal, serrátil do pescoço e peitoral profundo, esta capacidade é menor.

Com relação à alimentação, há um possível aumento na capacidade de retenção de água da carne de animais alimentados com dietas ricas em proteína (VIPOND et al., 1995; SAÑUDO et al., 1998a), e este fato foi verificado por ZEOLA et al. (2002), que encontraram maiores capacidades de retenção de água na carne de cordeiros que receberam dietas com 45 e 60% de concentrado (52,18 e 54,61%, respectivamente), em relação à daqueles alimentados com 30% de concentrado (51,64%). SEN et al. (2004) verificaram 59,50% de capacidade de retenção de água na carne de ovinos alimentados com 50% de concentrado na dieta. OLIVEIRA (2008), ao avaliar a carne de tourinhos terminados em confinamento com dietas contendo cana-de-açúcar (var. SP 80-1816) e dois teores de concentrado (40 ou 60%), verificou maior capacidade de retenção de água na carne dos animais que receberam 60% de concentrado.

#### 2.2.3.4. Maciez

Dentre as características qualitativas da carne, a maciez é considerada a mais importante após a compra (KOOHMARAIE et al., 1990; VEISETH & KOOHMARAIE, 2001), estando relacionada com a capacidade de retenção de água, pH, acabamento e características do tecido conjuntivo e das fibras musculares.

A maciez da carne pode ser medida por meio subjetivo, utilizando painel sensorial, ou por meio objetivo, em que se utiliza um texturômetro que mede a força necessária para o cisalhamento de uma seção transversal de carne, expressa em kgf, kgf/cm<sup>2</sup> ou kgf/g, sendo que quanto maior for a força mais dura será a carne (ALVES et al., 2005). Segundo CEZAR & SOUSA (2007), a carne ovina que apresenta valor de força de cisalhamento inferior a 2,27 kgf/cm<sup>2</sup>, de 2,28 a 3,63 kgf/cm<sup>2</sup>, de 3,64 a 5,44 kgf/cm<sup>2</sup> e, acima de 5,44 kgf/cm<sup>2</sup>, é classificada como macia, de maciez mediana, dura e extremamente dura, respectivamente.

De acordo com DESTEFANIS et al. (2008), a maciez é uma característica qualitativa altamente variável, em função dos muitos fatores intrínsecos e extrínsecos relacionados aos animais, bem como as interações entre os mesmos. SAÑUDO (1992) citou como fatores intrínsecos que influenciam na maciez da carne ovina, o tipo de músculo, a raça e a idade do animal, e como fatores extrínsecos, o uso de aditivos e a alimentação.

Historicamente, a carne ovina era classificada como dura, se comparada com a das raças precoces da atualidade, pois os animais eram criados em pasto, abatidos tardiamente e provenientes de raças laníferas (SILVA SOBRINHO, 2005). Essa menor maciez também pode ser justificada pela correlação entre idade de abate e aumento do número de ligações cruzadas termoestáveis do colágeno dos músculos, e menor deposição de gordura nas carcaças, o que favorece o resfriamento mais rápido das massas musculares, provocando o encurtamento dos sarcômeros e endurecimento da carne (PARDI et al., 2001).

De modo geral, o conteúdo de colágeno solúvel influencia a maciez da carne em animais de diferentes idades, enquanto o conteúdo total prediz diferença na maciez

entre músculos (RAMOS & GOMIDE, 2007). Segundo DEVINE et al. (1993), em cordeiros o efeito da idade é relativamente pequeno, já que animais jovens possuem colágeno mais solúvel, propiciando carnes mais macias. TSCHIRHART-HOELSCHER et al. (2006), ao avaliarem 18 músculos de cordeiros, verificaram no *Longissimus lumborum* e no *Triceps brachii* conteúdo de colágeno total de 2,6 mg/g e 5,0 mg/g, respectivamente. Entretanto, BRESSAN et al. (2001), ao avaliarem a maciez da carne do lombo e da perna de cordeiros Santa Inês e Bergamácia abatidos com diferentes pesos, não observaram diferenças nos valores de força de cisalhamento para as raças, músculos e pesos de abate estudados.

Com relação às fibras musculares, que estão dispostas em feixes, seu crescimento em diâmetro tem como consequência o aumento do volume destes e assim, à medida que avança a idade do animal, a superfície da carne passa a ser menos lisa. Nesse sentido, os músculos *Longissimus dorsi* e *Triceps brachii*, que são constituídos, por fibras musculares mais finas (40 µm), são mais tenros (PELICANO & SOUZA, 2004; ARIMA, 2006).

Quanto à alimentação, CIRIA & ASENJO (2000) reportaram que cordeiros terminados em confinamento recebendo dietas mais concentradas, produziram carne mais macia que a dos terminados com dietas mais volumosas, corroborando com os achados de KEMP et al. (1981), que ao estudarem o efeito da alimentação nas características sensoriais da carne de cordeiros, concluíram que os criados em pasto apresentaram carne mais dura em relação aos suplementados com concentrado.

É válido ressaltar, que a influência da dieta na maciez da carne está associada principalmente com o acabamento (espessura de gordura subcutânea) da carcaça e com o teor de gordura intramuscular da carne (ALVES et al., 2005), uma vez que alimentação rica em concentrados produz carne com maior grau de cobertura de gordura, aumentando a suculência e a maciez da mesma. Entretanto, ZEOLA et al. (2002) ao avaliarem diferentes relações volumoso:concentrado para cordeiros Morada Nova, verificaram que as dietas não afetaram a maciez da carne, cuja força de cisalhamento foi de 4,35 kg.

### 2.2.3.5. Escatol

De acordo com VASTA & PRIOLO (2006), os compostos voláteis presentes na carne tem sido profundamente estudados pelos efeitos favoráveis ou indesejáveis ao sabor da mesma, ou pelo uso potencial no rastreamento dos sistemas alimentares dos animais. Segundo YOUNG et al. (1997), apesar de os ácidos graxos de cadeia ramificada (AGCR) contribuírem para o sabor característico da carne ovina, este está fortemente correlacionado com a presença do 3-metilindole (escatol).

O escatol é um composto volátil derivado da fermentação microbiana do aminoácido triptofano no rúmen (DESLANDES et al., 2001; JENSEN, 2006), no entanto, vários estudos têm evidenciado que a quantidade e tipo da proteína e do carboidrato presentes nos alimentos têm um efeito substancial sobre o metabolismo do nitrogênio, influenciando na formação deste composto (MISIR & SAUER, 1982; BOYD & LICHSTEIN, 1995).

Associado ao consumo de forragens frescas, uma excessiva solubilidade da proteína e sua rápida degradabilidade no rúmen, resultam em quantidade abundante do triptofano destinado para a utilização e absorção pelos microrganismos, elevando a formação do escatol. Por outro lado, quando a solubilidade e a degradabilidade da proteína é reduzida, diminui-se a quantidade de escatol formado no rúmen. De acordo com LANE & FRASER (1999) e SHEAT et al. (2001), a elevada relação entre proteína/carboidratos não fibrosos das dietas a base de forragens frescas, aumenta a deaminação da proteína pelos microrganismos ruminais, sendo também responsável pelos altos níveis de escatol na gordura de ruminantes terminados em pasto.

PRIOLO et al. (2001) citaram que a carne de ovinos, criados em sistemas mais extensivos de produção, teve maior concentração de escatol do que a dos animais terminados com concentrados. YOUNG et al. (2003), ao avaliarem o efeito da dieta sobre a concentração de escatol na gordura de cordeiros Romney abatidos aos 132 ou 232 dias, verificaram que aos 132 dias, a dos cordeiros criados em pasto tiveram altas concentrações (41ng/g), comparadas à dos animais que receberam alfafa e milho (3,5 e 9,0ng/g, respectivamente); no entanto, aos 232 dias, pouca diferença foi verificada.

PRIOLO et al. (2004), ao analisarem a gordura subcutânea de cordeiros criados e terminados em pasto; criados e terminados com concentrados; ou criados em pasto e terminados com concentrados por um longo ou curto período, verificaram que apesar da concentração de escatol ter sido numericamente maior no grupo de animais criados e terminados em pasto, não houve diferença entre as dietas. Isto pode ter ocorrido, uma vez que, quando os animais são transferidos do pasto e passam a receber dietas com concentrado, depois de apenas duas semanas de confinamento, a concentração de escatol nos tecidos é dramaticamente reduzida (VASTA & PRIOLO, 2006).

#### **2.2.4. Características sensoriais da carne de cordeiros**

O sucesso de um produto depende da sua aceitação pelo consumidor em função das características desejadas e valorizadas pelo mesmo, no decorrer das compras, por meio de atributos sensoriais ou outras fontes de informação. Nesse sentido, a análise sensorial é uma metodologia destinada a avaliar a aceitação de produtos no mercado, pela qual se pesquisa os gostos e preferências dos consumidores.

A análise sensorial foi definida pela Divisão de Análise Sensorial do Instituto de Tecnologistas de Alimentos em 1975 como a “disciplina científica utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações frente às características de um alimento da forma como elas são percebidas pelos sentidos da visão, tato, paladar, olfato e audição” (GALVÃO, 2006).

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 (RAMOS & GOMIDE, 2007). De acordo com os autores supracitados, fatores como aparência, aroma durante o cozimento, perda por cozimento, maciez, suculência e sabor, governam as reações de um indivíduo frente às qualidades sensoriais de um produto. É importante ressaltar que na análise sensorial de carnes, faz-se necessário padronização da metodologia, devendo-se ter alguns cuidados na seleção do músculo a ser analisado, bem como à

forma de obtenção do mesmo e preparo da carne (RESURRECCION, 2003; GALVÃO, 2006). Por meio da compilação de diversas pesquisas, SAÑUDO et al. (2008) destacaram que o fator que mais influenciou a aceitabilidade da carne ovina por consumidores europeus foi o músculo avaliado, devido à grande variabilidade estrutural e química existente entre os mesmos.

Com relação à carne ovina, os gostos e preferências dos consumidores podem variar ainda em função dos hábitos culinários e regionais (GRIFFIN et al., 1992; SAÑUDO et al., 1998b; SAÑUDO et al., 2007; SAÑUDO et al., 2008), estando também relacionados a fatores ligados ao animal, como a alimentação (MADRUGA et al., 2005; YAMAMOTO, 2006).

GRIFFIN et al. (1992), ao analisarem carne ovina nos Estados Unidos utilizando um painel norte-americano e outro com pessoas de várias nacionalidades, com cultura para o consumo de carne de cordeiro, concluíram que o painel estrangeiro teve maior aceitabilidade da carne ovina que o painel local, pouco familiarizado com esse tipo de carne. SAÑUDO et al. (1998b), ao estudarem a carne de cordeiros espanhóis e britânicos por painéis sensoriais das duas nacionalidades, notaram que o painel britânico preferiu a carne britânica e o espanhol, a carne espanhola.

SAÑUDO et al. (2007), ao avaliarem sensorialmente a carne de cordeiros, oriundas de diversos sistemas de produção, utilizando consumidores de seis países europeus, verificaram que das 216 famílias que participaram da pesquisa, 88 destas, de origem Mediterrânea, preferiram tanto a carne dos animais alimentados com leite quanto à dos que receberam concentrados na dieta, 93 famílias, originárias do Noroeste da Europa, preferiram a carne de cordeiros criados em pasto ou com volumosos na dieta, tendo as outras 35 famílias, de origem mista, ampla preferência.

A composição da dieta e a quantidade e alimentos fornecidos aos animais podem mudar as características musculares, afetando os diferentes atributos sensoriais da carne. MADRUGA et al. (2005), ao estudarem a qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com 60% de volumoso e 40% de concentrado, verificaram que os animais alimentados com palma forrageira, apresentaram baixo teor de gordura na carne, que teve sua qualidade sensorial afetada, de modo que os atributos aparência,

textura e sabor receberam as menores notas dos provadores (7,17; 6,65 e 7,05; respectivamente), em comparação à dos terminados com dietas contendo silagem de milho, resíduo de abacaxi ou capim-d'água como volumosos. YAMAMOTO (2006) não encontrou diferenças nos atributos de sabor (6,37), preferência (6,49) e aspecto geral (6,90) das carnes de cordeiros alimentados com dietas contendo silagens de resíduos de peixes em relação à dos alimentados com silagem de milho e concentrado (controle). Em contrapartida, observou menor nota da textura (5,93) na carne dos cordeiros que receberam dieta controle, comparada à dos que receberam dieta contendo silagem de resíduos de peixe de água doce, com valor médio de 7,57.

### 3. Objetivos gerais

Este trabalho teve como objetivos avaliar as características nutricionais, estruturais, físico-químicas e sensoriais da carne de cordeiros Ile de France terminados em confinamento com dietas com maior ou menor teor de concentrado, associado à cana-de-açúcar IAC 86-2480 ou silagem de milho como volumosos.

### 4. Referências

ALVES, D. D. et al. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 3, p. 135-149, 2005.

ARIMA, H. K. Maturação de carnes. In: CASTILLO, C. C. et al. **Qualidade da carne**. São Paulo: Varela, 2006. p. 153-172.

ARQUIMÈDE, H. 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.

ASHMORE, C. R.; DOERR, L. Postnatal development of fiber types in normal and dystrophic skeletal muscle of the chick. **Experimental Neurology**, Orlando, v. 30, p. 431-436, 1971.

BAILEY, A. J. The role of collagen in the development of muscle and its relationship to eating quality. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 60, n. 6, p. 1580-1587, 1985.

BARBOSA, M. H. P.; SILVEIRA, L. C. I. Cana-de-açúcar: variedades, estabelecimento e manejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 245-276.

BARROS, N. N. Acabamento de cordeiros em confinamento. Disponível em: <<http://www.cnpc.embrapa.br/confinamento.htm>>. Acesso em: 23 jun. 2004.

BOYD, W. L.; LICHSTEIN, H. C. The effect of carbohydrates on the tryptophanase activity of bacteria. **Journal of Bacteriology**, v. 69, p. 584-589, 1995.

BOSELDMANN, A. et al. Pyridinoline cross-links in bovine muscle collagen. **Journal of Food Science**, v. 60, n. 5, p. 953-958, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Balanco nacional da cana-de-açúcar e agroenergia 2007**. Disponível em: <[www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br)>. Acesso em: 03 dez 2007.

BRESSAN, M. C. et al. 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.

BROOKE, M. H.; KAISER, K. K. Three myosin adenosine triphosphatase system: The nature of their pH lability and sulphydryl dependence. **Journal Histochemistry Cytochemistry**, Seattle, v. 18, p. 670-672, 1970.

CAÑEQUE, V. et al. La canal de cordero. In: CAÑEQUE, V. et al. **Producción de carne de cordero**. México: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1989. p. 367-436. (Colección Técnica).

CARSON, A. F. et al. Effects of genotype and dietary forage to concentrate ratio during the finishing period on carcass characteristics and meat quality of lambs from hill sheep systems. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 137, n. 2, p. 205-220, 2001.

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

CHURCH, D. C. **El rumiante: fisiología y nutrición**. Zaragoza: Acribia, 1988. 641 p.

CIRIA, J.; ASENJO, B. Factores a considerar en el presacrificio y postsacrificio. In: CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. **Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2000. p. 19-45.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Avaliação de safra de cana-de-açúcar 2006/07**: segundo levantamento, agosto, 2006. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conabweb//cana-de-açúcar\\_safra\\_2006\\_07.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb//cana-de-açúcar_safra_2006_07.pdf)>. Acesso em: 18 jan. 2007.

COSTA, M. G. et al. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2437-2445, 2005. Suplemento.

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

DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 58, n. 3, p. 593-607, 1999.

DEMIREL, G. et al. Fatty acids of lamb meat from two breeds fed different forage: concentrate ratio. **Meat Science**, Kidlington, v. 72, n. 2, p. 229-235, 2006.

DESLANDES, B. et al. Review of microbiological and biochemical effects of skatole on animal production. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 71, p. 193-200, 2001.

DESTEFANIS, G. et al. Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force. **Meat Science**, Kidlington, v. 78, n. 2, p. 153-156, 2008.

DEVINE, C. E. Et al. The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. **Meat Science**, Kidlington, v. 35, n. 1, p. 63-77, 1993.

DÍAZ, M. T. et al. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 43, n. 3, p. 257-268, 2002.

ENGLE, T. E. et al. Effects of dietary copper source and concentration on carcass characteristics and lipid and cholesterol metabolism in growing and finishing steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 78, n. 3, p. 1053-1059, 2000.

FAGUNDES, L. A. **Ômega-3 e ômega-6: o equilíbrio dos ácidos gordurosos essenciais na prevenção de doenças**. Porto Alegre: AGE, 2002. 92 p.

FERNANDES, A. R. M. **Eficiência produtiva e características qualitativas da carne de bovinos Canchim terminados em confinamento**. 2007. 93 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

FERNANDES, A. R. M. et al. 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. 139-147, 2008.

FERNANDES, S. A. A. 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.

FRANÇA, A. F. S. et al. Avaliação do potencial produtivo e das características químico-bromatológicas de nove variedades de cana-de-açúcar irrigada. **Livestock Research for Rural Development**, Cali, v. 17, n. 1, 2005. Disponível em: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/1/souz17007.htm>. Acesso em: 18 mai. 2005.

FRENCH, P. et al. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage or concentrate based diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 78, n. 5, p. 2849-2855, 2000.

GALLO, S. B. et al. Efeito da nutrição da ovelha e do cordeiro sobre o perfil de ácidos graxos do músculo *Triceps brachii* de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 2069-2073, 2007.

GALVÃO, M. T. E. L. Análise sensorial de carnes. In: CASTILLO, C. C. et al. **Qualidade da carne**. São Paulo: Varela, 2006. p. 185-199.

GARRIDO, M. D.; BAÑÓN, S. Medida del pH. In: CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. **Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2000. p. 145-155.

GEAY, Y. et al. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, Paris, v. 41, n. 1, p. 1-26, 2001.

GIL, M. et al. Fibras musculares y longitud del sarcómero: métodos de análisis. In: CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. **Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2005. v. 1, p. 353 - 365.

GRIFFIN, C. L. et al. Evaluation of palatability of lamb, mutton, and chevon by sensory panels of various cultural backgrounds. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 8, n. 1-2, p. 67-74, 1992.

HARPER, G. S. et al. Changes in connective tissue of M. semitendinosus as a response to different growth paths in steers. **Meat Science**, Kidlington, v. 53, n. 2, p. 107-114, 1999.

HOLMAN, R. T. The slow discovery of the importance of omega 3 essential fatty acids in human health. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 128, n. 2S, p. 427-433, 1998.

JAKOBSEN, K. Dietary modifications of animal fats status and future perspectives. **Feed Lipid**, v. 101, n. 12, p. 475-483, 1999.

JENSEN, B. B. Prevention of boar taint in pig production - factors affecting the level of skatole. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 48, n. 1, p. 1-4, 2006. (Suplemento).

KEMP, J. D. et al. Effect of feeding systems, slaughter weight and sex on organoleptic properties and fatty acid composition of lamb. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 51, n. 2, p. 321-330, 1981.

KLONT, R. E. et al. Muscle fibre type and meat quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 49, p. 219-229, 1998. Suplemento.

KNIGHT, T. W. et al. Effect of dietary vitamin A on plasma carotenoid concentrations and fat colour in Angus and Angus crossbred cattle. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 39, n. 2, p. 281-292, 1996.

KOOHMARAIE, M. et al. Acceleration of *post mortem* tenderization in lamb and Brahman-cross beef carcasses through infusion of calcium chloride. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, n. 5, p. 1278-1283, 1990.

KOOHMARAIE, M. et al. Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 74, n. 12, p. 2935-2942, 1996.

LANDELL, M. G. A. et al. **A variedade IAC 862480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. 36 p. (Boletim Técnico, 193).

LANE, G. A.; FRASER, K. A comparison of phenol and indole flavour compounds in fat, and of phenols in urine of cattle fed pasture or grain. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 42, p. 289-296, 1999.

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

LEHNINGER, A. L. et al. **Princípios de bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 810 p.

LIGHT, N.; CHAMPION, A. N. Characterization of muscle epimysium, perimysium and endomysium collagens. **Journal of Food Biochemistry**, Trumbull, v. 219, n. 3, p. 1017-1026, 1984.

LIMA, M. L. M.; MATTOS, W. R. S. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 77-105.

MACEDO, R. M. G. **Características morfológicas e histoquímicas do tecido muscular esquelético de cordeiros Corriedale, puros e mestiços, durante o crescimento, terminados em pastagem ou confinamento**. 2000. 120 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

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

MADRUGA, M. S. et al. Perfil aromático e qualidade química da carne de caprinos Saanen alimentados com diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 936-943, 2008.

MILLS, E. W. et al. Early post-mortem degradation of intramuscular collagen. **Meat Science**, Kidlington, v. 26, n. 2, p. 115-120, 1989.

MISIR, R.; SAUER, W. C. Effect of starch infusion at the terminal ileum on nitrogen balance and apparent digestibilities of nitrogen and amino acids in pigs fed meat-and-bone and soybean diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 64, p. 448-456, 1982.

MONTEIRO, E. M. et al. Efeitos do genótipo nas características morfológicas e histoquímicas do *Longissimus dorsi* e em alguns parâmetros quantitativos das carcaças de cordeiros. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, p. 153-162, 2000.

MONTEIRO, A. L. G. et al. As pastagens e a qualidade da carne ovina para o consumo humano. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br>>. Acesso em: 16 fev. 2007.

MORENO, G. M. B. **Desempenho e características quantitativas in vivo e da carcaça de cordeiros recebendo dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho em dois níveis de concentrado**. 2008. 79 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

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

NUERNBERG, K. et al. Meat quality and fatty acid composition of lipids in muscle and fatty tissue of Skudde lambs fed grass *versus* concentrate. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 74, n. 1-3, p. 279-283, 2008.

OGATA, T. A. A histochemical study of the red and white fibers. I - Activity of the succinoxidase system in muscle fibers. **Acta Medica**, Mexico, v. 12, p. 216-227, 1958.

OLIVÁN, M. et al. Análisis químico de la carne. In: CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. **Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes**.

Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2000. p. 181-203.

OLIVEIRA, E. A. **Desempenho, composição física das carcaças e qualidade da carne de tourinhos Nelore e Canchim terminados em confinamento.** 2008. 78 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

OLIVEIRA, I. 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, M. D. S. **Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos.** Jaboticabal: Funep, 1999. 128 p.

OLIVER, M. A.; GIL, M. Métodos de análisis de fibras musculares. In: CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. **Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes.** Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2000. p. 247-255.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. **Carnes:** no caminho da pesquisa. Cocal do Sul: Imprint, 2001. 155 p.

OSÓRIO, J. C. C. et al. **Qualidade, morfologia e avaliação de carcaças.** Pelotas: UFPEL, 2002. 197 p.

OSÓRIO, M. T. M. et al. Avaliação instrumental da carne ovina. In: SILVA SOBRINHO, A. G. et al. **Produção de carne ovina.** Jaboticabal: Funep, 2008. p. 353-365.

PANCOTI, C. G. et al. Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, e consumo de matéria seca digestível de dietas de cana-de-açúcar sem ou com adição de óxido de cálcio com diferentes níveis de inclusão de uréia em ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. 1 CD-ROM.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. 2 ed. Goiânia: Centro Editorial e Gráfico Universidade de Goiás, 2001. 623 p.

PELICANO, E. R. L.; SOUZA, P. A. **Composição físico-química e valor nutricional de carnes**. Jaboticabal: [s.n.], 2004. 44 p.

PELICANO, E. R. L.; PRATA, L. F. **Propriedades da carne e medidas instrumentais de qualidade**. Jaboticabal: [s.n.], 2007. 36 p.

PERLO, F. et al. Meat quality of lambs produced in the Mesopotamia region of Argentina finished on different diets. **Meat Science**, Kidlington, v. 79, n. 3, p. 576-581, 2008.

PETER, J. B. et al. Metabolic profiles of three fiber type on skeletal muscle in guinea pigs and rabbits. **Biochemistry**, Washington, v. 11, p. 2627-263, 1972.

PINTO, A. P. et al. Características nutricionais e formas de utilização da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 1, p. 73-84, 2003.

PRACHE, S.; THERIEZ, M. Traceability of lamb production systems: carotenoids in plasma and adipose tissue. **Animal Science**, Penicuik, v. 69, n. 1, p. 29-36, 1999.

PRACHE, S. et al. Persistence of carotenoid pigments in the blood of concentrate-finished grazing sheep: its significance for the traceability of grass-feeding. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 81, n. 2, p. 360-367, 2003a.

PRACHE, S. et al. Effect of concentrate finishing on the carotenoid content of perirenal fat in grazing sheep: its significance for discriminating grass-fed, concentrate-fed and concentrate-finished grazing lambs. **Animal Science**, Penicuik, v. 77, n. 2, p. 225-233, 2003b.

PRATA, L. F. **Higiene e inspeção de carnes, pescado e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. 217 p.

PRIOLO, A. et al. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. **Animal Research**, v. 50, p. 185-200, 2001.

PRIOLO, A. et al. Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 62, n. 2, p. 179-185, 2002.

PRIOLO, A. et al. Fat volatiles tracers of grass feeding in sheep. **Meat Science**, Kidlington, v. 66, p. 475-481, 2004.

PURCHAS, R. W. On-farm factors affecting meat quality characteristics. In: PURCHAS, R. W.; BUTLER-HOGG, B. W.; DAVIES, A. S. **Meat production and processing**. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production, 1989. p. 159-172.

PURSLOW, P. P. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 70, n. 3, p. 435-447, 2005. Suplemento.

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.

RICO, D. D. A. Calidad de las producciones ovinas. Criterios tecnicos, exigencias comerciales. In: CURSO INTERNACIONAL SOBRE PRODUCCIÓN DE GANADO OVINO, 3., 1992, Zaragoza. 16 p.

ROWE, A. et al. Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. **Meat Science**, Kidlington, v. 51, n. 4, p. 283-288, 1999.

SAINZ, R. D. Qualidade das carcaças e da carne ovina e caprina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p. 3-14.

SAÑUDO, C. **Calidad de la canal y de la carne en el ternasco aragonés**. 1980. 337 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 1980.

SAÑUDO, C. **La calidad organoléptica de la carne com especial referencia a la especie ovina. Factores que la determinam, metodos de medida y causas de variacion**. Zaragoza: Facultad de Veterinaria – Departamento Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, 1992. 117 p.

SAÑUDO, C. et al. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. **Meat Science**, Kidlington, v.49, n.1, p.29-64, 1998a.

SAÑUDO, C. et al. Assessment of commercial lamb meat quality of British and Spanish taste panel. **Meat Science**, Kidlington, v. 48, n. 1-2, p. 91-100, 1998b.

SAÑUDO, C. et al. Regional variation in the hedonic evaluation of lamb meat from diverse production systems by consumers in six European countries. **Meat Science**, Kidlington, v. 75, p. 610-621, 2007.

SAÑUDO, C. et al. Qualidade da carcaça e da carne ovina e seus fatores determinantes. In: SILVA SOBRINHO, A. G. et al. **Produção de carne ovina**. Jaboticabal: Funep, 2008. p. 177-228.

SANTELLLO, G. A. **Desempenho, análise econômica e características histoquímicas do tecido muscular esquelético de cordeiras terminadas em diferentes sistemas**. 2005. 68 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.

SAZILI, A. Q. et al. The relationship between slow and fast myosin heavy chain content, calpastatin and meat tenderness in different ovine skeletal muscles. **Meat Science**, Kidlington, v. 69, n. 1, p. 17-25, 2005.

SCOLLAN, N. et al. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 74, n. 1, p. 17-33, 2006.

SEIDMAN, S. C.; CROUSE, J. D. The effects of sex condition, genotype and diet on bovine muscle fiber characteristics. **Meat Science**, Kidlington, v. 17, n. 1, p. 55-72, 1986.

SEN, A. R. et al. Carcass yield, composition and meat quality attributes of sheep and goat under semiarid conditions. **Meat Science**, Kidlington, v. 66, n. 4, p. 757-763, 2004.

SHEAT, G. W. et al. Grassland management and animal product quality. In: INTERNACIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo, 2001. p. 1019-1026.

SHIMOKOMAKI, M. Aproveitamento de sub-produtos nas indústrias de carnes para produção de colágeno e suas aplicações. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 16, n. 187, p. 32-34, 1992.

SILVA, M. D. P.; CARVALHO, R. B. Mecanismos celulares e moleculares que controlam o desenvolvimento e o crescimento muscular. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, suplemento especial, p. 21-231, 2007.

SILVA, T. M. et al. Efeito da hidrólise de diferentes variedades de cana-de-açúcar sobre a digestibilidade ruminal "in vitro". In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. 1 CD-ROM.

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

SILVA SOBRINHO, A. G. Produção de carne ovina com qualidade. In: SIMPÓSIO DE QUALIDADE DA CARNE, 2, 2005, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 2005. 25 p.

SOFOS, J. Challenges to meat safety in the 21st century. **Meat Science**, Kidlington, v. 78, n. 1-2, p. 3-13, 2008.

SOUZA, X. R. et al. Efeitos do grupo genético, sexo e peso ao abate sobre as propriedades físico-químicas da carne de cordeiros em crescimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 543-549, 2004.

TSCHIRHART-HOELSCHER, T. E. et al. Physical, chemical, and histological characteristics of 18 lamb muscles. **Meat Science**, Kidlington, v. 73, n. 1, p. 48-54, 2006.

TORRES, R. A.; COSTA, J. L. Uso da cana-de-açúcar na alimentação animal. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 1-20.

VALSTA, L. M. et al. Meat fats in nutrition. **Meat Science**, Kidlington, v. 70, n. 3, p. 525-530, 2005.

VASTA, V.; PRIOLO, A. Ruminant fat volatiles as affected by diet. A review. **Meat Science**, Kidlington, v. 73, p. 218-228, 2006.

VANDENDRIESSCHE, F. Meat products in the past, today and in the future. **Meat Science**, Kidlington, v. 78, n. 1-2, p. 104-113, 2008.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 724 p.

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.

VESTERGAARD, M. et al. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of *semitendinosus*, *longissimus dorsi* and *supraspinatus* muscles of young bulls. **Meat Science**, Kidlington, v. 54, n. 2, p. 177-185, 2000a.

VESTERGAARD, M. et al. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on meat and eating quality of young bulls and the relationship between muscle fibre characteristics, fibre fragmentation and meat tenderness. **Meat Science**, Kidlington, v. 54, n. 2, p. 187-195, 2000b.

VIPOND, J. E. et al. Effects of clover and milk in the diet of grazed lambs on meat quality. **Animal Science**, Neston, v. 60, n. 2, p. 231-238, 1995.

WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids human health. **Annales de Zootechnie**, Paris, v. 49, n. 3, p. 165-180, 2000.

WOOD, J. D. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, Kidlington, v. 66, n. 1, p. 21-32, 2003.

WOOD, J. D. et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. **Meat Science**, Kidlington, v. 78, n. 4, p. 343-358, 2008.

YAMAMOTO, S. M. **Desempenho e características da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagens de resíduos de peixes**. 2006. 106 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

YANG, A. et al. Carotenoid and retinal concentrations in serum, adipose tissue and liver and carotenoids transport in sheep, goats and cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 43, n. 8, p. 1809-1817, 1992.

YOUNG, O. A.; BRAGGINS, T. J. Tenderness of ovine *semimembranosus*: Is collagen concentration or solubility the critical factor? **Meat Science**, Kidlington, v. 35, n. 2, p. 213-222, 1993.

YOUNG, O. A. et al. Fat-borne volatiles and sheep meat odour. **Meat Science**, Kidlington, v. 45, n. 2, p. 183-200, 1997.

YOUNG, O. A. et al. Pastoral and species flavour in lambs raised on pasture, lucerne or maize. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, p. 93-104, 2003.

ZEOLA, N. M. B. L. et al. Influência de diferentes níveis de concentrado sobre a qualidade da carne de cordeiros Morada Nova. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 97, n. 544, p. 175-180, 2002.

ZEOLA, N. M. B. L. et al. Composição centesimal da carne de cordeiros submetidos a dietas com diferentes teores de concentrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 253-257, 2004.

## **CAPÍTULO 2 – CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS DA CARNE DE CORDEIROS TERMINADOS COM DIETAS CONTENDO CANA-DE-AÇÚCAR OU SILAGEM DE MILHO EM DOIS NÍVEIS DE CONCENTRADO**

**RESUMO** – Com o objetivo de avaliar as características nutricionais da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho em duas relações volumoso:concentrado, 60:40 ou 40:60, utilizou-se 32 cordeiros Ile de France, não castrados, com 15 kg de peso corporal. Os animais foram confinados em baias individuais e abatidos aos 32 kg. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2 (duas relações volumoso:concentrado e dois volumosos), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A carne dos cordeiros teve 74,55% de umidade, 19,61% de proteína bruta, 1,04% de cinzas e 51,28 mg/100g de colesterol, sendo o teor de extrato etéreo, maior na dos alimentados com dietas contendo silagem de milho (3,97%) e na dos que receberam alimentação mais concentrada (4,02%). Os ácidos graxos em maior concentração na carne dos cordeiros foram: mirístico (4,18%), palmítico (26,41%), esteárico (17,09%), oléico (37,93%) e linolênico (4,00%). A carne dos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar teve maiores teores dos ácidos cáprico (0,47) e araquidônico (4,17), e menores dos palmitoléico (2,02) e linolênico (0,25). A carne dos cordeiros alimentados com maior quantidade de cana-de-açúcar (60%) teve também maiores teores dos ácidos pentadecanóico (0,68), heptadecanóico (2,13) e eicosadienóico (1,34), sendo estes reduzidos quando a cana-de-açúcar foi utilizada em menor quantidade. Concluiu-se que dietas contendo cana-de-açúcar e dietas com maior quantidade de volumoso (60%) originam carne de cordeiro com menor teor de gordura. O tipo de volumoso exerceu maior influência sobre o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiro, do que a relação volumoso:concentrado das dietas.

**Palavras-chave:** ácidos graxos, carne ovina, colesterol, composição centesimal, confinamento, relação volumoso:concentrado

## 1. Introdução

Atualmente tem-se discutido muito a relação nutrição humana e saúde, frente aos problemas relacionados à ingestão de determinados alimentos (VANDENDRIESSCHE, 2008). Quando se almeja qualidade de vida e adoção de atitudes compatíveis com a prevenção de doenças, é cada vez maior o interesse da população em saber o que se consome (SCOLLAN et al., 2006), daí a importância dos parâmetros nutricionais desejáveis dos alimentos.

A carne tem grande importância nutricional na alimentação humana, sendo fonte de aminoácidos, minerais, água, gordura e vitaminas. De acordo com PRATA (1999), a composição centesimal da carne ovina é de 75% de umidade, 19% de proteína, 4% de gordura e 1,1% de matéria mineral, sendo esta muito influenciada pela alimentação da espécie (OLIVÁN et al., 2000; OSÓRIO et al., 2002).

A carne ovina é rica em ácidos graxos saturados e monoinsaturados, com pequenas quantidades de poliinsaturados (MONTEIRO et al., 2007). Os ácidos graxos saturados mais encontrados nesta carne são o mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0); os monoinsaturados palmitoléico (C16:1  $\omega$ 7) e oléico (C18:1  $\omega$ 9) e os poliinsaturados linoléico (C18:2  $\omega$ 6), linolênico (C18:3  $\omega$ 3) e araquidônico (C20:4  $\omega$ 6). Quando comparada à carne de monogástricos, a dos ruminantes apresenta maior concentração de ácidos graxos saturados e menor relação poliinsaturados:saturados, sendo esta diferença devida, principalmente, ao processo de biohidrogenação dos ácidos graxos não saturados pela ação de microrganismos ruminais (FRENCH et al., 2000).

Vários fatores podem afetar o processo de biohidrogenação, a composição dos ácidos graxos depositados na carne, bem como o teor de colesterol. Dentre eles, destaca-se o sistema de alimentação, a composição das dietas, bem como a relação volumoso:concentrado e o tipo de volumoso utilizados nas mesmas (ROWE et al., 1999; DEMIREL et al., 2006; GALLO et al., 2007; NUERNBERG et al., 2008).

Considerando a escassez de trabalhos utilizando a cana-de-açúcar *in natura* na alimentação de ovinos, e frente à elevada exigência do mercado consumidor em

relação às características qualitativas da carne, há necessidade de mais informações sobre a influência desta fonte volumosa associada a alimentos concentrados sobre as características nutricionais da carne ovina. Sendo assim, objetivou-se avaliar o efeito de dietas com maior ou menor teor de concentrado, associado à cana-de-açúcar IAC 86-2480 ou silagem de milho, sobre a composição centesimal, teor de colesterol e perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros terminados em confinamento.

## 2. Material e métodos

O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/Unesp), *Campus* de Jaboticabal, SP, localizada a 21°15'22" de latitude Sul e 48°18'58" de latitude Oeste, com altitude de 595m. A fase de campo foi realizada no Setor de Ovinocultura, e as análises laboratoriais no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal, pertencentes a esta Instituição Universitária.

Foram utilizados 32 cordeiros Ile de France, machos não castrados, com peso corporal de 15 kg. Os animais foram identificados com marcação numérica na região lombar, vermifugados e receberam suplementação de vitaminas A, D e E. Posteriormente, foram confinados em baias individuais, com piso ripado suspenso, de aproximadamente 1,0 m<sup>2</sup>, equipadas com comedouros e bebedouros e dispostas em área coberta.

Os cordeiros foram distribuídos em quatro tratamentos, constituídos por dietas com duas relações volumoso:concentrado (60:40 e 40:60) e dois volumosos (silagem de milho e cana-de-açúcar), sendo: 60% de silagem de milho + 40% de concentrado (60%SM:40%C); 60% de cana-de-açúcar + 40% de concentrado (60%CA:40%C); 40% de silagem de milho + 60% de concentrado (40%SM:60%C) e 40% de cana-de-açúcar + 60% de concentrado (40%CA:60%C). As dietas foram calculadas de acordo com as exigências preconizadas pelo NRC (1985) para cordeiros desmamados com ganhos de peso estimados em 300g/dia.

A cana-de-açúcar utilizada no experimento foi a IAC 86-2480, desenvolvida pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC) para alimentação animal. A cana-de-açúcar, proveniente do primeiro corte, pertencia ao canavial experimental da FCAV, formado no ano de 2005 e foi colhida manualmente com facão, em dias alternados, e armazenada em área coberta, enquanto a picagem era realizada em picadeira estacionária, imediatamente antes do fornecimento aos animais. As facas da picadeira foram afiadas ao longo do experimento, para garantir a uniformidade no tamanho das partículas, de aproximadamente 1 cm.

A silagem de milho foi confeccionada no Setor de Ovinocultura, em silo tipo trincheira com capacidade para 60 t. A variedade de milho utilizada na confecção da silagem foi a Turk, com densidade de 5 sementes/m linear, sendo as plantas colhidas aos 110 dias de idade, com grãos no ponto farináceo-duro. Os concentrados foram compostos por grão de milho triturado, farelo de soja, uréia, sal iodado, calcário calcítico, fosfato bicálcico e suplementos vitamínico e mineral, constituindo dietas isoprotéicas e isoenergéticas. Na Tabela 1 pode ser visualizada a composição químico-bromatológica dos ingredientes das dietas, e na Tabela 2, as composições percentual e químico-bromatológica das dietas, expressas na matéria seca.

**Tabela 1** - Composição químico-bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais (expressas na matéria seca)

Nutriente	Silagem de milho	Cana-de-açúcar	Farelo de soja	Milho Moído
Matéria seca (%)	29,30	26,48	88,34	86,96
Matéria orgânica (%)	25,51	24,35	81,60	84,71
Matéria mineral (%)	3,79	2,13	6,74	2,25
Proteína bruta (%)	8,67	2,92	49,06	8,95
Extrato etéreo (%)	3,02	0,43	1,86	3,87
Lignina (%)	2,90	3,66	2,40	2,15
Fibra em detergente neutro (%)	43,38	35,92	14,60	16,33
Fibra em detergente ácido (%)	22,48	20,52	10,20	3,93
Carboidratos totais (%)	84,52	94,52	42,34	84,93
Carboidratos não fibrosos (%)	41,14	58,60	25,84	63,32

**Tabela 2** - Composição percentual dos ingredientes, químico-bromatológica das dietas e energia metabolizável das dietas experimentais (expressas na matéria seca)

Composição	Dieta <sup>a</sup>			
	60%SM:40%C	60%CA:40%C	40%SM:60%C	40%CA:60%C
<b>Percentual (%MS)</b>				
Silagem de milho	60,00	-	40,00	-
Cana-de-açúcar	-	60,00	-	40,00
Uréia	1,00	1,00	0,20	1,00
Milho moído	19,20	9,55	34,10	32,30
Farelo de soja	17,40	27,65	23,30	24,30
Sal iodado	0,30	0,20	0,30	0,30
Calcário calcítico	1,30	0,60	1,30	1,20
Fosfato bicálcico	0,30	0,50	0,30	0,40
Núcleo mineral <sup>b</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50
<b>Químico-bromatológica (na MS) <sup>c</sup></b>				
Matéria seca (%)	53,71	52,37	65,83	64,59
Proteína bruta (%)	18,61	19,61	20,33	20,35
Matéria mineral (%)	5,67	4,52	5,81	5,26
Fibra em detergente neutro (%)	32,46	26,15	24,13	21,81
Fibra em detergente ácido (%)	15,22	14,62	11,73	10,96
Lignina (%)	2,16	2,76	2,36	2,02
Extrato etéreo (%)	3,09	1,15	3,15	2,00
Matéria orgânica (%)	94,33	95,48	94,19	94,74
Carboidratos totais (%)	72,63	74,73	70,70	72,39
Carboidratos não fibrosos (%)	40,16	48,58	46,58	50,58
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3,91	3,81	3,94	3,83
Cálcio (%)	0,74	0,65	0,75	0,81
Fósforo (%)	0,38	0,36	0,41	0,36

<sup>a</sup> Dieta: 60%SM:40%C = 60% silagem de milho + 40% concentrado; 60%CA:40%C = 60% cana-de-açúcar + 40% concentrado; 40%SM:60%C = 40% silagem de milho + 60% concentrado; 40%CA:60%C = 40% cana-de-açúcar + 60% concentrado.

<sup>b</sup> Núcleo mineral: zinco 1600 mg; cobre 300 mg; manganês 1500 mg; ferro 1100 mg; cobalto 10 mg; iodo 27 mg; selênio 22 mg.

<sup>c</sup> Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da FCAV, Unesp, por MORENO (2008).

Na Tabela 3 consta a composição percentual dos principais ácidos graxos dos volumosos e dos concentrados das dietas, obtida após o uso das seguintes metodologias, MAIA & RODRIGUES-AMAYA (1993) e ISO (1978), para metilação e transesterificação dos ácidos, respectivamente.

**Tabela 3** - Composição percentual dos principais ácidos graxos dos volumosos e dos concentrados (expressa na matéria natural)

Ácido graxo	Volumoso		Concentrado*			
	Silagem de milho	Cana-de-açúcar	1	2	3	4
C8:0 (caprílico)	-	-	0,20	0,08	0,15	0,08
C12:0 (láurico)	0,47	1,50	-	-	-	-
C14:0 (mirístico)	0,62	1,72	0,12	0,13	0,14	0,11
C16:0 (palmítico)	20,61	36,66	20,73	19,52	18,87	18,14
C17:0 (heptadecanóico)	-	-	0,09	0,12	0,11	0,10
C18:0 (esteárico)	3,96	8,08	3,76	3,50	3,20	3,10
C16:1 (palmitoléico)	4,18	-	0,15	0,14	0,22	0,18
C18:1 $\omega$ 9 (oléico)	27,52	24,24	33,16	28,04	34,38	33,78
C18:2 $\omega$ 6 (linoléico)	38,89	19,07	38,00	44,86	40,10	41,97
C18:3 $\omega$ 3 ( $\alpha$ -linolênico)	7,93	4,55	1,89	2,97	1,74	2,00

\* Concentrado das dietas: 1 - 60%SM:40%C = 60% silagem de milho + 40% concentrado; 2 - 60%CA:40%C = 60% cana-de-açúcar + 40% concentrado; 3 - 40%SM:60%C = 40% silagem de milho + 60% concentrado; e 4 - 40%CA:60%C = 40% cana-de-açúcar + 60% concentrado.

Os animais foram alimentados diariamente às 7 e às 17 h. As pesagens foram realizadas semanalmente e, quinzenalmente, avaliada a verminose pela coloração da mucosa da conjuntiva (método Famacha®), segundo recomendações de MOLENTO et al. (2004). Na Tabela 4 constam os dados de desempenho dos cordeiros, obtidos por MORENO (2008).

**Tabela 4** - Pesos corporal inicial e final, dias de confinamento (DC), consumo de matéria seca (CMS), ganho de peso médio diário (GPMD) e conversão alimentar (CA) de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagem de milho (SM) ou cana-de-açúcar (CA) em dois níveis de concentrado

Variável	Volumoso		Relação volumoso: concentrado		CV <sup>1</sup> (%)
	SM	CA	60:40	40:60	
Peso inicial (kg)	15,02	15,13	14,99	15,16	2,07
Peso final (kg)	33,22a	32,55b	32,81	32,96	2,13
DC	63,60	70,70	77,20a	57,10b	12,34
CMS (g/animal/dia)	862,21a	753,97b	749,05b	867,13a	6,95
GPMD (g/animal/dia)	294,64a	255,66b	235,96b	314,35a	12,03
CA	2,98	3,01	3,21	2,77	8,80

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

<sup>1</sup> CV = coeficiente de variação.

Adaptado de MORENO (2008).

Ao atingirem 32 kg de peso corporal, os cordeiros foram mantidos em jejum de dieta sólida por 16 horas, sendo posteriormente insensibilizados por eletronarcole com descarga elétrica de 220 V por 10 segundos, seguido da sangria, pelo seccionamento das veias jugulares e artérias carótidas. Após abate, esfolagem, evisceração e retirada da cabeça e dos membros, as carcaças foram transferidas para câmara frigorífica, onde permaneceram sob refrigeração a 4°C por 24 horas. Ao final desse período, as mesmas foram divididas longitudinalmente em duas meias carcaças, sendo a metade esquerda seccionada em cinco regiões anatômicas: pescoço, paleta, costelas, lombo e perna, conforme SILVA SOBRINHO (2001).

Os lombos foram individualmente identificados, acondicionados em sacos plásticos e armazenados em freezer a - 18°C até o início das análises. No preparo das amostras para análises, os lombos foram descongelados dentro de sacos plásticos, em geladeira a 10°C por 20 horas e, dissecados, com auxílio de bisturi e faca, até a obtenção do músculo *Longissimus lumborum*, sendo, da sua porção medial, retirada amostras para liofilização por 72 horas. Após a liofilização, calculou-se a umidade, e em seguida, foram realizadas a determinação das cinzas em mufla, e da proteína bruta, pelo método semi-micro Kjeldahl, conforme descrito por CUNNIFF (1998). A extração de lipídios totais foi realizada utilizando-se a técnica a frio descrita por FOLCH et al. (1957), com solução de clorofórmio:metanol (2:1).

A quantidade de colesterol da carne foi determinada segundo metodologia de BOHAC et al. (1988), adaptada por BRAGAGNOLO & RODRIGUEZ-AMAYA (1992), na qual 10 gramas de carne crua foram submetidas à extração de lipídios com clorofórmio: metanol na relação 2:1. Em seguida, uma alíquota de 5 mL do extrato clorofórmico foi evaporada com nitrogênio gasoso e submetida à saponificação com solução de hidróxido de potássio em etanol a 12%. A fração insaponificável (colesterol) foi extraída com hexano, purificada e submetida à reação de cor com ácido acético e ácido sulfúrico, tendo como catalisador o sulfato ferroso. Em seguida, foi procedida a leitura em espectrofotômetro a 490nm. A curva de calibração para colesterol foi elaborada utilizando-se 0,01 gramas de colesterol p.a. diluído em 50 mL de hexano, do qual foram retiradas alíquotas que corresponderam a 40, 80, 120, 160 e 200 mg/mL.

Para a transesterificação dos triacilgliceróis foi utilizado o método 5509 da ISO (1978), em solução de n-heptano e KOH/metanol. Os ésteres de ácidos graxos foram isolados e analisados em cromatógrafo gasoso Shimadzu 14B, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida (30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de Omegawax 250). Os fluxos dos gases foram de 1,2 mL/min para o gás de arraste (H<sub>2</sub>); 30 mL/min para o gás auxiliar (N<sub>2</sub>) e 30 e 300 mL/min de H<sub>2</sub> e ar sintético, respectivamente. A temperatura inicial para a chama da coluna foi estabelecida em 50°C, mantida por 2 minutos, sendo então elevada para 220°C a uma taxa de 4°C/minuto, permanecendo por mais 25 minutos. A razão de divisão da amostra foi de 1:100. As áreas dos picos foram determinadas por Integrador-Processador CG-300, e a identificação dos picos por comparação dos tempos de retenção com os padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (Sigma nº cat. 189-19).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2 (duas relações volumoso:concentrado e dois volumosos), com quatro tratamentos e oito repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM do pacote estatístico SAS (SAS, 1996) a 5% de significância. Quando detectadas diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis em estudo, as mesmas foram comparadas pelo teste de Tukey ao mesmo nível de significância. O modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + V_j + RV_{ij} + e_{ijk}; \text{ sendo:}$$

$Y_{ijk}$  = valor observado da variável estudada no indivíduo k (1...8), recebendo a relação volumoso:concentrado i e volumoso j;

$\mu$  = média geral;

$R_i$  = efeito da relação volumoso:concentrado i, variando de 1 (60:40) a 2 (40:60);

$V_j$  = efeito do volumoso j, variando de 1 (silagem de milho) a 2 (cana-de-açúcar);

$RV_{ij}$  = efeito da interação entre relação volumoso:concentrado e tipo de volumoso;

$e_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação.

### 3. Resultados e discussão

Pelas informações contidas na Tabela 5 percebe-se que não houve efeito ( $P>0,05$ ) da interação volumoso x relação volumoso:concentrado na composição centesimal e no teor de colesterol da carne de cordeiros terminados em confinamento. Independentemente das dietas, a umidade e os teores de proteína bruta, cinzas e colesterol do músculo *Longissimus lumborum* não diferiram ( $P>0,05$ ). O teor de extrato etéreo foi influenciado ( $P<0,05$ ) pelo volumoso e pela relação volumoso:concentrado.

**Tabela 5** - Composição centesimal e teor de colesterol do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagem de milho (SM) ou cana-de-açúcar (CA) em dois níveis de concentrado

Variável	Volumoso		Relação volumoso: concentrado		CV <sup>1</sup> (%)
	SM	CA	60:40	40:60	
Umidade (%)	74,30	74,79	74,28	74,81	0,81
Proteína Bruta (%)	19,61	19,61	19,54	19,68	2,15
Extrato etéreo (%)	3,97a	3,71b	3,68b	4,02a	3,30
Cinzas (%)	1,05	1,03	1,03	1,05	2,16
Colesterol (mg/100g de carne)	52,42	50,50	54,86	47,34	14,12

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

<sup>1</sup> CV = coeficiente de variação.

A carne dos cordeiros alimentados com a silagem de milho teve maior teor de extrato etéreo (3,97%) quando comparada a dos alimentados com as dietas contendo cana-de-açúcar (3,71%) e, isto pode ser atribuído às concentrações deste nutriente nas dietas, uma vez que as compostas pela cana-de-açúcar tiveram uma concentração inferior (1,58%) de extrato etéreo do que as compostas pela silagem de milho (3,12%). Resposta semelhante foi obtida por MADRUGA et al. (2005), que ao estudarem a qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com 60% de volumoso e 40% de concentrado, verificaram menor teor de gordura (2,74%) na carne dos animais terminados com palma forrageira, do que na dos terminados com silagem de milho (8,38%), que é um volumoso mais energético.

A carne dos cordeiros que receberam dietas com mais concentrado teve maior teor de extrato etéreo (4,02%) do que a dos alimentados com dietas contendo mais volumosos (3,68%), realçando o maior teor de gordura na carne em função de alimentação mais concentrada. Estes valores de extrato etéreo foram inferiores aos obtidos por ROWE et al. (1999) ao avaliarem o efeito de diferentes sistemas de terminação na composição centesimal da carne de cordeiros, com maior deposição de gordura (10,79%) no músculo *Longissimus dorsi* dos alimentados com dieta rica em concentrado, em comparação aos 6,85% de gordura da carne dos criados em pasto. ARQUIMÈDE et al. (2008), ao estudarem o efeito da inclusão de níveis crescentes de concentrado (0, 150, 300 e 600 g) nas dietas de cordeiros confinados, também observaram influência das mesmas sobre o teor de extrato etéreo da carne dos animais, o qual variou de 10,79 a 11,51%.

CARSON et al. (2001), ao investigarem o efeito de dietas com alta ou baixa relação volumoso:concentrado na terminação de cordeiros, não notaram diferenças na umidade e nos teores de proteína, gordura e cinzas na carne dos animais. Ao avaliar a carne de tourinhos terminados em confinamento com dietas contendo cana-de-açúcar (var. SP 80-1816) e dois teores de concentrado (40 e 60%), OLIVEIRA (2008), também não observou diferenças na umidade e nos teores de proteína bruta, extrato etéreo e cinzas, com valores de 74,14%, 22,85%, 1,67% e 1,13%, respectivamente.

A composição centesimal da carne dos cordeiros observada neste estudo (74,55% de umidade, 19,61% de proteína bruta, 3,85% de extrato etéreo e 1,04% de cinzas), condiz com os valores reportados por PRATA (1999) para carne ovina, de 75% de umidade, 19% de proteína, 4% de gordura e 1,1% de matéria mineral, podendo de acordo com GURTLER et al. (1987), ser considerada uma carne magra, por ter menos de 5% de gordura.

O teor médio de colesterol obtido neste estudo (51,28 mg/100g de carne) foi inferior aos reportados por ROWE et al. (1999), que ao avaliarem a carne de cordeiros terminados em pasto ou em confinamento, verificaram no músculo *Longissimus dorsi*, teores de 62,03 e 57,76 mg/100g, respectivamente, e, superior ao observado por RUSSO et al. (1999), que ao analisarem a carne de cordeiros alimentados com dietas

com diferentes fontes energéticas, também não verificaram influência da dieta nos teores de colesterol (48,33 mg/100g de carne) dos músculos *Longissimus lumborum* e *Semitendinosus*. MADRUGA et al. (2005), ao estudarem a carne de cordeiros Santa Inês terminados com 60% de volumoso e 40% de concentrado, encontraram 44,10 mg/100g de colesterol na carne dos terminados com silagem de milho como volumoso.

Na Tabela 6 estão apresentadas, as porcentagens e as relações dos principais ácidos graxos identificados na gordura intramuscular do músculo *Longissimus lumborum* dos cordeiros.

**Tabela 6** - Perfil de ácidos graxos (%) do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagem de milho (SM) ou cana-de-açúcar (CA) em dois níveis de concentrado

Ácido graxo	Volumoso		Relação volumoso: concentrado		CV <sup>1</sup> (%)
	SM	CA	60:40	40:60	
C8:0 (caprílico)	0,85	0,84	0,84	0,85	41,61
C10:0 (cáprico)	0,36b	0,47a	0,43	0,39	15,38
C12:0 (láurico)	0,60	0,46	0,60	0,46	32,91
C14:0 (mirístico)	4,46	3,89	4,44	3,91	17,01
* C15:0 (pentadecanóico)	0,45b	0,58a	0,57a	0,47b	10,16
C16:0 (palmítico)	26,83	25,98	26,14	26,67	3,37
C16:1 $\omega$ 7 (palmitoléico)	2,11a	2,02b	2,16a	1,98b	2,43
* C17:0 (heptadecanóico)	0,96b	1,78a	1,54a	1,19b	13,56
C18:0 (esteárico)	17,31	16,87	16,71	17,47	8,38
C18:1 $\omega$ 9 (oléico)	37,91	37,94	37,95	37,91	3,41
C18:2 $\omega$ 6 (linoléico)	4,40	3,60	4,08	3,92	15,87
C18:3 $\omega$ 3 ( $\alpha$ -linolênico)	0,59a	0,25b	0,46	0,38	44,21
* C20:2 (eicosadienóico)	0,82b	1,16a	0,96	1,02	24,58
C20:4 $\omega$ 6 (araquidônico)	2,37b	4,17a	3,13	3,41	14,28
AGS (saturados)	51,81	50,86	51,27	51,40	2,51
AGI (insaturados)	48,19	49,14	48,73	48,60	2,65
AGMI (monoinsaturados)	40,02	39,97	40,10	39,89	3,24
AGPI (poliinsaturados)	8,17	9,18	8,63	8,72	13,69
AGI:AGS	0,93	0,97	0,95	0,95	4,99
AGMI:AGS	0,77	0,79	0,78	0,78	4,99
AGPI:AGS	0,16	0,18	0,17	0,17	15,18

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

\* interação (volumoso x relação volumoso:concentrado) significativa a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup> CV = coeficiente de variação.

Não houve efeito da interação volumoso x relação volumoso:concentrado e nem das dietas ( $P > 0,05$ ) para a maioria dos ácidos graxos, e para os totais dos ácidos saturados (AGS), insaturados (AGI), monoinsaturados (AGMI) e poliinsaturados (AGPI), e relações AGI:AGS, AGMI:AGS e AGPI:AGS.

Os ácidos graxos encontrados em maior concentração foram os saturados mirístico (4,18%), palmítico (26,41%) e esteárico (17,09%); o monoinsaturado oléico (37,93%) e o poliinsaturado linoléico (4,00%), constituindo 89,60% do total de ácidos graxos da carne dos cordeiros. A maior concentração destes ácidos graxos na carne ovina também foi verificada por ROWE et al. (1999), BAS & MORAND-FEHR (2000), DÍAZ et al. (2002), VELASCO et al. (2004), MADRUGA et al. (2005), DEMIREL et al. (2006), GALLO et al. (2007), MADRUGA et al. (2008) e NUERNBERG et al. (2008), ao avaliarem o efeito de diferentes tipos de dietas na composição de ácidos graxos da carne de cordeiros.

Os saturados, mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) são considerados hipercolesterêmicos, porém, o esteárico (C18:0) que representa 10 a 20% das gorduras produzidas pelos ruminantes, não demonstra esta propriedade. Ao contrário dos saturados, que têm a tendência de elevar os níveis de colesterol do sangue, os ácidos graxos mono e poliinsaturados são considerados hipocolesterêmicos por serem efetivos na diminuição da concentração do mesmo (WILLIAMS, 2000; VALSTA et al., 2005). Em função dessas características, a carne dos cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagem de milho ou cana-de-açúcar IAC 86-2480, em dois níveis de concentrado, pode ser considerada um alimento saudável aos humanos, haja vista suas baixas quantidades de C14:0 e C16:0 e alta de C18:1.

As quantidades dos ácidos graxos saturados (51,34%), insaturados (48,67%), monoinsaturados (40,00%) e poliinsaturados (8,68%) indicam que a carne ovina é rica em ácidos graxos saturados e monoinsaturados, com pequenas quantidades de poliinsaturados, corroborando a informação de MONTEIRO et al. (2007). Entretanto, a relação AGPI:AGS na carne dos cordeiros deste trabalho (0,17) ficou abaixo do valor ideal (0,40), recomendado pelo Departamento de Saúde do Reino Unido para uma dieta ser considerada saudável (WOOD et al., 2003). Ao avaliar a carne de cordeiros 7/8 Ile

de France 1/8 Ideal, terminados em confinamento com dietas contendo 40% de silagem de milho e 60% de concentrado, com ou sem inclusão de 8% de silagens de resíduos de peixes, YAMAMOTO (2006), verificou que as dietas não influenciaram ( $P>0,05$ ) a relação AGPI:AGS, a qual foi inferior à preconizada, com média de 0,11.

OLIVEIRA (2008), ao analisar a carne proveniente de tourinhos terminados em confinamento com dietas contendo cana-de-açúcar (var. SP 80-1816) e dois teores de concentrado (40 e 60%), não observou diferenças ( $P>0,05$ ) entre as relações AGPI:AGS, com valores de 0,17 para 40% de concentrado e de 0,14 para 60% de concentrado. Ao trabalhar com bovinos da raça Canchim, FERNANDES (2007) obteve na carne dos alimentados com cana-de-açúcar e concentrado acrescido de grãos de girassol, maior ( $P<0,05$ ) relação AGPI:AGS (0,16) do que na dos terminados com silagem de milho e concentrado sem girassol (0,11).

Quando comparada às carnes de monogástricos, as dos ruminantes apresentam maiores concentrações de ácidos graxos saturados e menores relações poliinsaturados:saturados, sendo essa diferença devida, principalmente, ao processo de biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados no rúmen pela ação de microrganismos (FRENCH et al., 2000), com conseqüente formação de ácidos graxos saturados e monoinsaturados (DEMEYER & DOREAU, 1999).

Ao considerar as concentrações dos ácidos graxos esteárico (C18:0), oléico (C18:1), linoléico (C18:2 $\omega$ 6) e linolênico (C18:3 $\omega$ 3) nos volumosos e concentrados das dietas (Tabela 3), bem como na carne dos cordeiros, notou-se redução no percentual dos poliinsaturados e aumento no dos demais, confirmando a ocorrência de biohidrogenação. DEMIREL et al. (2006), ao avaliarem o efeito das relações volumoso:concentrado (75:25 e 25:75) no perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros, verificaram que a carne dos animais alimentados com mais volumoso, teve maior proporção do ácido oléico (C18:1) (36,4%) do que a dos alimentados com mais concentrado (34,0%). Da mesma forma, houve maior porcentagem do ácido esteárico (C18:0) na carne dos cordeiros alimentados com dietas com relação volumoso:concentrado, 75:25, sugerindo também maior biohidrogenação.

Na Tabela 6 percebe-se ainda que apenas os ácidos graxos C10:0, C16:1 $\omega$ 7, C18:3 $\omega$ 3 e C20:4 $\omega$ 6 foram influenciados pelas dietas ( $P < 0,05$ ), e para os ácidos graxos C15:0, C17:0 e C20:2, houve efeito ( $P < 0,05$ ) da interação volumoso x relação volumoso:concentrado, constando o desdobramento das médias da Tabela 7.

As concentrações dos ácidos cáprico (C10:0), palmitoléico (C16:1 $\omega$ 7), linolênico (C18:3 $\omega$ 3) e araquidônico (C20:4 $\omega$ 6) foram influenciadas ( $P < 0,05$ ) pelo tipo de volumoso, sendo o ácido palmitoléico (C16:1 $\omega$ 7) também afetado ( $P < 0,05$ ) pela relação volumoso:concentrado. A carne dos cordeiros alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar como volumoso teve maiores teores dos ácidos cáprico (0,47) e araquidônico (4,17), e menores dos ácidos palmitoléico (2,02) e linolênico (0,25), do que a dos alimentados com silagem de milho, cujos valores foram de 0,36 e 2,37 para os ácidos cáprico e araquidônico, e de 2,11 e 0,59 para os ácidos palmitoléico e linolênico. Quanto à relação volumoso:concentrado, as dietas com maiores quantidades de volumosos (60:40), originaram carnes com maior teor de palmitoléico (2,16) comparado ao 1,98, verificado nas carnes de cordeiros que receberam dietas com mais concentrado (40:60).

**Tabela 7** – Desdobramento da interação volumoso x relação volumoso:concentrado para os ácidos graxos pentadecanóico (C15:0), heptadecanóico (C17:0) e eicosadienóico (C20:2) da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagem de milho (SM) ou cana-de-açúcar (CA) em dois níveis de concentrado

Ácido Graxo	Volumoso	Relação volumoso:concentrado	
		60:40	40:60
C15:0 (pentadecanóico)	SM	0,46Ab	0,45Aa
	CA	0,68Aa	0,48Ba
C17:0 (heptadecanóico)	SM	0,95Ab	0,96Ab
	CA	2,13Aa	1,42Ba
C20:2 (eicosadienóico)	SM	0,57Bb	1,06Aa
	CA	1,34Aa	0,98Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

Pela Tabela 7, percebe-se que na relação volumoso:concentrado, 60:40, a carne dos cordeiros alimentados com cana-de-açúcar teve maior concentração do ácido graxo pentadecanóico, do que a dos alimentados com silagem de milho. Quando se comparou o teor deste ácido graxo entre as relações, houve diferenças apenas entre as dietas contendo cana-de-açúcar, com maiores valores na relação 60:40.

As concentrações do ácido graxo heptadecanóico nas duas relações volumoso:concentrado foram maiores na carne dos cordeiros alimentados com cana-de-açúcar. Quando se comparou o teor deste ácido graxo entre as relações, houve também diferenças entre as dietas contendo cana-de-açúcar, com maior concentração na relação 60:40.

O ácido graxo eicosadienóico teve maior concentração na carne dos cordeiros alimentados com cana-de-açúcar, quando comparou-se os volumosos em suas maiores proporções nas dietas. Ao se comparar as relações volumoso:concentrado, diferenças ocorreram apenas nas dietas contendo silagem de milho, com maior concentração deste ácido graxo na carne dos animais que receberam este volumoso em maiores quantidades.

#### **4. Conclusões**

Dietas contendo cana-de-açúcar e dietas com maior quantidade de volumoso (60%), originam carne de cordeiro com menor teor de gordura, sem afetar a umidade, os teores de cinzas, de proteína bruta e de colesterol da mesma.

O tipo de volumoso exerceu maior influência sobre o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiro, do que a relação volumoso:concentrado das dietas.

## 5. Referências

ARQUIMÈDE, H. 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.

BAS, P.; MORAND-FEHR, P. Effect of nutritional factors on fatty acid composition of lamb fat deposits. **Livestock Production Science**, v. 64, p. 61-79, 2000.

BOHAC, C. E. et al. Assessment of methodologies for colorimetric cholesterol assay of meats. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 53, p. 1642-1693, 1988.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol em carnes de frango. **Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo**, v. 28, n. 2, p. 122-131, 1992.

CARSON, A. F. et al. Effects of genotype and dietary forage to concentrate ratio during the finishing period on carcass characteristics and meat quality of lambs from hill sheep systems. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 137, n. 2, p. 205-220, 2001.

CUNNIFF, P. A. **Official methods of analyses of AOAC international**, 16 ed. Arlington: Association of Official Analysis Chemistry, v. 2, 1998.

DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 58, n. 3, p. 593-607, 1999.

DEMIREL, G. et al. Fatty acids of lamb meat from two breeds fed different forage: concentrate ratio. **Meat Science**, Kidlington, v. 72, n. 2, p. 229-235, 2006.

DÍAZ, M. T. et al. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 43, n. 3, p. 257-268, 2002.

FERNANDES, A. R. M. **Eficiência produtiva e características qualitativas da carne de bovinos Canchim terminados em confinamento**. 2007. 93 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

FOLCH, J. et al. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 226, n. 1, p. 497-509, 1957.

FRENCH, P. et al. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage or concentrate based diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 78, n. 5, p. 2849-2855, 2000.

GALLO, S. B. et al. Efeito da nutrição da ovelha e do cordeiro sobre o perfil de ácidos graxos do músculo *Triceps brachii* de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 2069-2073, 2007.

GUTLER, H. et al. **Fisiologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 612 p.

ISO – **International Organization for Standardization**. Animal and vegetable fats and oils – Preparation of methyl esters of fatty acids. Method ISO 5509, 1978.

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

MADRUGA, M. S. et al. Effect of silk flower hay (*Calotropis procera* Sw) feeding on the physical and chemical quality of *Longissimus dorsi* muscle of Santa Inês lambs. **Meat Science**, Kidlington, v. 78, p. 469-474, 2008.

MAIA, E. L.; RODRIGUES-AMAYA, D. Avaliação de um método simples e econômico para metilação de ácidos graxos para lipídios de diversas espécies de peixes. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 53, n. 1-2, p. 27-35, 1993.

MOLENTO, M. B. et al. 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.

MONTEIRO, A. L. G. et al. As pastagens e a qualidade da carne ovina para o consumo humano. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br>>. Acesso em: 16 fev. 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. **Nutrient requirements of sheep**. New York: National Academy Press, 1985. 99 p.

NUERNBERG, K. et al. Meat quality and fatty acid composition of lipids in muscle and fatty tissue of Skudde lambs fed grass *versus* concentrate. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 74, n. 1-3, p. 279-283, 2008.

OLIVÁN, M. et al. Análisis químico de la carne. In: CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. **Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2000. p. 181-203.

OLIVEIRA, E. A. **Desempenho, composição física das carcaças e qualidade da carne de tourinhos Nelore e Canchim terminados em confinamento**. 2008. 78 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

OSÓRIO, J. C. C. et al. **Qualidade, morfologia e avaliação de carcaças**. Pelotas: UFPEL, 2002. 197 p.

PRATA, L. F. **Higiene e inspeção de carnes, pescado e derivados**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. 217 p.

ROWE, A. et al. Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. **Meat Science**, Kidlington, v. 51, n. 4, p. 283-288, 1999.

RUSSO, C. et al. Effect of diet energy source on the chemical-physical characteristics of meat and depot fat of lambs carcasses. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 33, p. 77-85, 1999.

SAS - Statistical Analysis Systems. 1996. **User's Guide**. North Caroline: SAS Institute Inc., 1996.

SCOLLAN, N. et al. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 74, n. 1, p. 17-33, 2006.

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

VALSTA, L. M. et al. Meat fats in nutrition. **Meat Science**, Kidlington, v. 70, n. 3, p. 525-530, 2005.

VANDENDRIESSCHE, F. Meat products in the past, today and in the future. **Meat Science**, Kidlington, v. 78, n. 1-2, p. 104-113, 2008.

VELASCO, S. et al. Effect of different feeds on meat quality and fatty acid composition of lambs fattened at pasture. **Meat Science**, Kidlington, v. 66, p. 457-465, 2004.

WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids human health. **Annales de Zootechnie**, Paris, v. 49, n. 3, p. 165-180, 2000.

WOOD, J. D. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, Kidlington, v. 66, n. 1, p. 21-32, 2003.

YAMAMOTO, S. M. **Desempenho e características da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagens de resíduos de peixes**. 2006. 106 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

### **CAPÍTULO 3 – CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS DA CARNE DE CORDEIROS TERMINADOS COM DIETAS CONTENDO CANA-DE-AÇÚCAR OU SILAGEM DE MILHO EM DOIS NÍVEIS DE CONCENTRADO**

**RESUMO** – Com o objetivo de avaliar as características estruturais da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho em duas relações volumoso:concentrado, 60:40 ou 40:60, utilizou-se 32 cordeiros Ile de France, não castrados, com 15 kg de peso corporal. Os animais foram confinados em baias individuais e abatidos aos 32 kg. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, tendo nas parcelas um esquema fatorial 2 x 2 (duas relações volumoso:concentrado e dois volumosos), e nas subparcelas os músculos avaliados (*Longissimus lumborum* e *Triceps brachii*), cujas médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As dietas não alteraram a frequência das fibras SO, FOG e FG, entretanto, àquelas contendo 60% de concentrado, propiciaram maior diâmetro, área e área total relativa das mesmas. Quanto ao tipo de músculos, a frequência das fibras SO e FG foi maior no *Triceps brachii*, e a das fibras FOG, maior no *Longissimus lumborum*. O músculo *Triceps brachii* teve para todos os tipos de fibras musculares, maiores áreas e diâmetros do que o *Longissimus lumborum*. Independentemente da dieta e do músculo avaliado, os teores de colágeno total e solúvel da carne dos cordeiros não diferiram, com valores médios de 2,45 e 0,30 mg/g de músculo, respectivamente. Concluiu-se que as características das fibras musculares de cordeiros variam mais em função do tipo de músculo do que da dieta. Dietas contendo maior quantidade de concentrado (60%) aumentam a hipertrofia muscular em cordeiros. Em cordeiros confinados, os teores de colágeno total e solúvel da carne não foram afetados pelas dietas e tipo de músculo.

**Palavras-chave:** carne ovina, colágeno, confinamento, fibras musculares, músculos, relação volumoso:concentrado

## 1. Introdução

A carne é uma complexa organização dos tecidos muscular, conjuntivo, adiposo e sangüíneo, resultante de reações físico-químicas pré e pós-abate, e que determinam suas qualidades nutricionais e sensoriais. Para avaliar as propriedades da carne fresca e seu potencial de utilização, é necessário conhecer as características metabólicas e fisiológicas do músculo (RAMOS & GOMIDE, 2007).

O emprego de métodos morfológicos e histoenzimológicos para detecção das atividades metabólica e contrátil, permitem classificar com segurança os tipos básicos de fibras de um músculo (MACEDO, 2000). Desta forma, os tipos de fibras musculares podem ser distinguidos conhecendo-se sua forma de contração e de suprimento de energia. De modo geral, as fibras musculares são classificadas em oxidativas de contração lenta; glicolíticas de contração rápida; e oxidativas-glicolíticas de contração rápida. As fibras *glicolíticas* têm maior diâmetro e aparência clara (brancas), enquanto que as *oxidativas* e as *oxidativas-glicolíticas*, possuem menores diâmetros e aparência avermelhada, devido à maior presença de mioglobina (RAMOS & GOMIDE, 2007).

Variações no tipo, frequência e tamanho das fibras musculares, ocasionadas pelo tipo de músculo ou pela dieta, podem afetar as características qualitativas da carne (MACEDO, 2000; VESTERGAARD et al., 2000a,b; OLIVER & GIL, 2000; GIL et al., 2005; RAMOS & GOMIDE, 2007), com particular importância para pH, cor, maciez e capacidade de retenção de água (KLONT et al., 1998). Segundo SAZILI et al. (2005), esses fatores são os que mais influenciam nas transformações *post mortem* do músculo, sendo evidenciada a importância das características dos tipos de fibras musculares na avaliação qualitativa da carne ovina.

De acordo com BAILEY (1985), embora os músculos contenham pouco colágeno (2 a 10% do peso seco), este componente do tecido conjuntivo exerce influência sobre a maciez da carne, estando envolvido no encolhimento relacionado às perdas de líquido ao cozimento (LIGHT & CHAMPION, 1984). Este processo ocorre em temperaturas de 60-70 °C, provavelmente devido à ruptura das ligações cruzadas, e, à medida que se

eleva a temperatura para valores superiores a 70 °C ocorre solubilização parcial do colágeno, resultando na formação de gelatina (RAMOS & GOMIDE, 2007).

A participação do colágeno na maciez da carne está relacionada ao conteúdo total de colágeno e sua solubilidade (YOUNG & BRAGGINS, 1993; RAMOS & GOMIDE, 2007), quantificados pelo teor de hidroxiprolina, aminoácido presente quase que exclusivamente no colágeno (OLIVÁN et al., 2000), e que está diretamente relacionado à estabilidade térmica da tripla hélice, sendo importante para a qualidade sensorial da carne (LAWRIE, 2005).

De forma geral, o conteúdo de colágeno solúvel influencia a maciez da carne em animais de diferentes idades, enquanto o conteúdo total prediz diferenças na maciez entre músculos (RAMOS & GOMIDE, 2007). Com o aumento na idade dos animais, o colágeno vai se modificando, em número de ligações cruzadas, tornando-se mais resistente ao corte, à mastigação e à hidrólise (ARIMA, 2006). As variações nas propriedades do colágeno entre músculos do mesmo animal, são atribuídas ao metabolismo, estrutura, função fisiológica, localização e taxa de crescimento dos mesmos (BOSELTMANN et al., 1995).

O tipo de músculo, o exercício físico e a alimentação dos animais, influem nos conteúdos de colágeno total e solúvel na carne (MILLS et al., 1989; HARPER et al., 1999; PURSLOW, 2005). Ao estudarem 18 músculos de cordeiros, TSCHIRHART-HOELSCHER et al. (2006) verificaram no *Longissimus lumborum* e no *Triceps brachii* conteúdo de colágeno total de 2,6 mg/g e 5,0 mg/g, respectivamente. Com relação à alimentação, DÍAZ et al. (2002), ao avaliarem a qualidade da carne de cordeiros criados em diferentes sistemas de produção, constataram numericamente mais colágenos total e solúvel na carne de cordeiros terminados em confinamento (2,67 mg e 30%, respectivamente) em relação à dos terminados em pasto (2,47 mg e 28%, respectivamente).

Considerando a escassez de trabalhos utilizando a cana-de-açúcar *in natura* na alimentação de ovinos, e frente à elevada exigência do mercado consumidor em relação às características qualitativas da carne, há necessidade de mais informações sobre a influência desta fonte volumosa associada a alimentos concentrados sobre as

características estruturais da carne ovina. Sendo assim, objetivou-se avaliar o efeito de dietas com maior ou menor teor de concentrado, associado à cana-de-açúcar IAC 86-2480 ou silagem de milho, sobre as características das fibras musculares e os teores de colágeno total e solúvel dos músculos *Longissimus lumborum* e *Triceps brachii* de cordeiros terminados em confinamento.

## 2. Material e métodos

O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/Unesp), *Campus* de Jaboticabal, SP, localizada a 21°15'22" de latitude Sul e 48°18'58" de latitude Oeste, com altitude de 595m. A fase de campo foi realizada no Setor de Ovinocultura, e as análises laboratoriais no Laboratório de Morfologia e Fisiologia Animal, pertencentes a esta Instituição Universitária, e no Centro de Tecnologia de Carnes, do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), em Campinas/SP.

Foram utilizados 32 cordeiros Ile de France, machos não castrados, com peso corporal de 15 kg. Os animais foram identificados com marcação numérica na região lombar, vermifugados e receberam suplementação de vitaminas A, D e E. Posteriormente, foram confinados em baias individuais, com piso ripado suspenso, de aproximadamente 1,0 m<sup>2</sup>, equipadas com comedouros e bebedouros e dispostas em área coberta.

Os cordeiros foram distribuídos em quatro tratamentos, constituídos por dietas com duas relações volumoso:concentrado (60:40 e 40:60) e dois volumosos (silagem de milho e cana-de-açúcar), sendo: 60% de silagem de milho + 40% de concentrado (60%SM:40%C); 60% de cana-de-açúcar + 40% de concentrado (60%CA:40%C); 40% de silagem de milho + 60% de concentrado (40%SM:60%C) e 40% de cana-de-açúcar + 60% de concentrado (40%CA:60%C). As dietas foram calculadas de acordo com as exigências preconizadas pelo NRC (1985) para cordeiros desmamados com ganhos de peso estimados em 300g/dia.

A cana-de-açúcar utilizada no experimento foi IAC 86-2480, desenvolvida pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC) para alimentação animal. A cana-de-açúcar, proveniente do primeiro corte, pertencia ao canavial experimental da FCAV, formado no ano de 2005 e foi colhida manualmente com facão, em dias alternados, e armazenada em área coberta, enquanto a picagem era realizada em picadeira estacionária, imediatamente antes do fornecimento aos animais. As facas da picadeira foram afiadas ao longo do experimento, para garantir a uniformidade no tamanho das partículas, de aproximadamente 1 cm.

A silagem de milho foi confeccionada no Setor de Ovinocultura, em silo tipo trincheira com capacidade para 60 t. A variedade de milho utilizada na confecção da silagem foi a Turk, com densidade de 5 sementes/m linear, sendo as plantas colhidas aos 110 dias de idade, com grãos no ponto farináceo-duro. Os concentrados foram compostos por grão de milho triturado, farelo de soja, uréia, sal iodado, calcário calcítico, fosfato bicálcico e suplementos vitamínico e mineral, constituindo dietas isoprotéicas e isoenergéticas. Na Tabela 1 pode ser visualizada a composição químico-bromatológica dos ingredientes das dietas, e na Tabela 2, as composições percentual e químico-bromatológica das dietas, expressas na matéria seca.

**Tabela 1** - Composição químico-bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais (expressas na matéria seca)

Nutriente	Silagem de milho	Cana-de-açúcar	Farelo de soja	Milho moído
Matéria seca (%)	29,30	26,48	88,34	86,96
Matéria orgânica (%)	25,51	24,35	81,60	84,71
Matéria mineral (%)	3,79	2,13	6,74	2,25
Proteína bruta (%)	8,67	2,92	49,06	8,95
Extrato etéreo (%)	3,02	0,43	1,86	3,87
Lignina (%)	2,90	3,66	2,40	2,15
Fibra em detergente neutro (%)	43,38	35,92	14,60	16,33
Fibra em detergente ácido (%)	22,48	20,52	10,20	3,93
Carboidratos totais (%)	84,52	94,52	42,34	84,93
Carboidratos não fibrosos (%)	41,14	58,60	25,84	63,32

**Tabela 2** - Composição percentual dos ingredientes, químico-bromatológica das dietas e energia metabolizável das dietas experimentais (expressas na matéria seca)

Composição	Dieta <sup>a</sup>			
	60%SM:40%C	60%CA:40%C	40%SM:60%C	40%CA:60%C
<b>Percentual (%MS)</b>				
Silagem de milho	60,00	-	40,00	-
Cana-de-açúcar	-	60,00	-	40,00
Uréia	1,00	1,00	0,20	1,00
Milho moído	19,20	9,55	34,10	32,30
Farelo de soja	17,40	27,65	23,30	24,30
Sal iodado	0,30	0,20	0,30	0,30
Calcário calcítico	1,30	0,60	1,30	1,20
Fosfato bicálcico	0,30	0,50	0,30	0,40
Núcleo mineral <sup>b</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50
<b>Químico-bromatológica (na MS) <sup>c</sup></b>				
Matéria seca (%)	53,71	52,37	65,83	64,59
Proteína bruta (%)	18,61	19,61	20,33	20,35
Matéria mineral (%)	5,67	4,52	5,81	5,26
Fibra em detergente neutro (%)	32,46	26,15	24,13	21,81
Fibra em detergente ácido (%)	15,22	14,62	11,73	10,96
Lignina (%)	2,16	2,76	2,36	2,02
Extrato etéreo (%)	3,09	1,15	3,15	2,00
Matéria orgânica (%)	94,33	95,48	94,19	94,74
Carboidratos totais (%)	72,63	74,73	70,70	72,39
Carboidratos não fibrosos (%)	40,16	48,58	46,58	50,58
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3,91	3,81	3,94	3,83
Cálcio (%)	0,74	0,65	0,75	0,81
Fósforo (%)	0,38	0,36	0,41	0,36

<sup>a</sup> Dieta: 60%SM:40%C = 60% silagem de milho + 40% concentrado; 60%CA:40%C = 60% cana-de-açúcar + 40% concentrado; 40%SM:60%C = 40% silagem de milho + 60% concentrado; 40%CA:60%C = 40% cana-de-açúcar + 60% concentrado.

<sup>b</sup> Núcleo mineral: zinco 1600 mg; cobre 300 mg; manganês 1500 mg; ferro 1100 mg; cobalto 10 mg; iodo 27 mg; selênio 22 mg.

<sup>c</sup> Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da FCAV, Unesp, por MORENO (2008).

Os animais foram alimentados diariamente às 7 e às 17 h. As pesagens foram realizadas semanalmente e, quinzenalmente, avaliada a verminose pela coloração da mucosa da conjuntiva (método Famacha®), segundo recomendações de MOLENTO et al. (2004).

Na Tabela 3 constam os dados de desempenho dos cordeiros, obtidos por MORENO (2008).

**Tabela 3** - Pesos corporal inicial e final, dias de confinamento (DC), consumo de matéria seca (CMS), ganho de peso médio diário (GPMD) e conversão alimentar (CA) de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagem de milho (SM) ou cana-de-açúcar (CA) em dois níveis de concentrado

Variável	Volumoso		Relação volumoso: concentrado		CV <sup>1</sup> (%)
	SM	CA	60:40	40:60	
Peso inicial (kg)	15,02	15,13	14,99	15,16	2,07
Peso final (kg)	33,22a	32,55b	32,81	32,96	2,13
DC	63,60	70,70	77,20a	57,10b	12,34
CMS (g/animal/dia)	862,21a	753,97b	749,05b	867,13a	6,95
GPMD (g/animal/dia)	294,64a	255,66b	235,96b	314,35a	12,03
CA	2,98	3,01	3,21	2,77	8,80

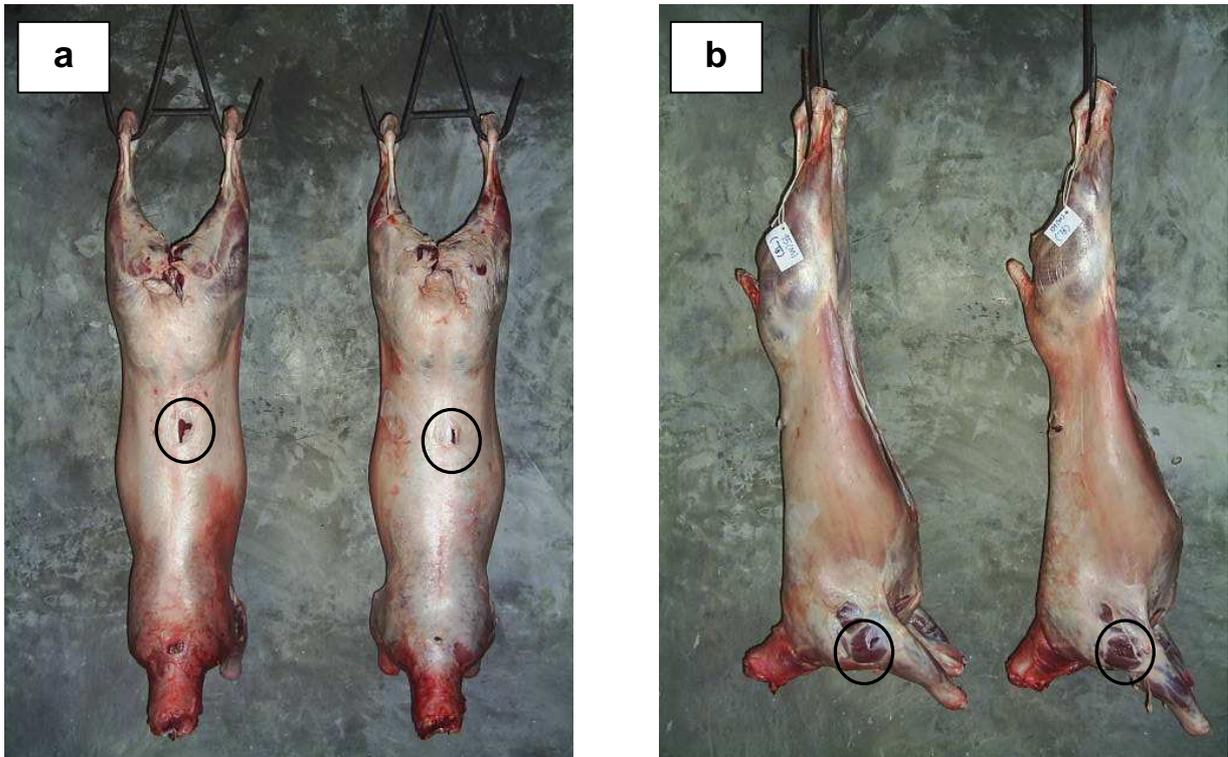
Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

<sup>1</sup>CV = coeficiente de variação.

Adaptado de MORENO (2008).

Ao atingirem 32 kg de peso corporal, os cordeiros foram mantidos em jejum de dieta sólida por 16 horas, sendo posteriormente insensibilizados por eletronarcole com descarga elétrica de 220 V por 10 segundos, seguido da sangria, pelo seccionamento das veias jugulares e artérias carótidas. Após abate, esfolagem, evisceração e retirada da cabeça e dos membros, foram imediatamente coletadas as carcaças, amostras da porção medial dos músculos *Longissimus lumborum*, na altura da 1ª vértebra lombar (Figura 1a), e *Triceps brachii*, na parte central da paleta (Figura 1b), para determinação e avaliação dos tipos de fibras musculares.

Com o auxílio de bisturi, as amostras foram aparadas e reduzidas a fragmentos de 1,0 x 0,5 cm, imersas por 40 segundos em crioprotetor (N-hexano) resfriado, para congelamento prévio, evitando o rompimento das fibras musculares, e colocadas em criotubos previamente identificados e resfriados. Posteriormente, foram submersas em nitrogênio líquido para congelamento imediato, e transferidas para freezer à - 80°C, ficando estocadas até o processamento das mesmas.



**Figura 1** – Locais de amostragem dos músculos *Longissimus lumborum* (a) e *Triceps brachii* (b)

As carcaças foram então transferidas para câmara frigorífica, onde permaneceram sob refrigeração a 4°C por 24 horas. Ao final desse período, as mesmas foram divididas longitudinalmente em duas meias carcaças, sendo a metade esquerda seccionada em cinco regiões anatômicas: pescoço, paleta, costelas, lombo e perna, conforme SILVA SOBRINHO (2001). Os lombos e as paletas foram individualmente identificados, acondicionados em sacos plásticos e armazenados em freezer a - 18°C até o início das análises para determinação dos teores de colágeno total e solúvel.

Para identificação e avaliação dos tipos de fibras musculares, as amostras dos músculos *Longissimus lumborum* e *Triceps brachii* foram processadas em criostato, com temperatura interna de -20°C, para obtenção de secções semi-seriadas transversais das fibras (12 µm de espessura), as quais foram colhidas em várias lâminas previamente identificadas, e posteriormente submetidas a análises histoquímicas para determinação da velocidade de contração da miosina e tipo de metabolismo das mesmas.

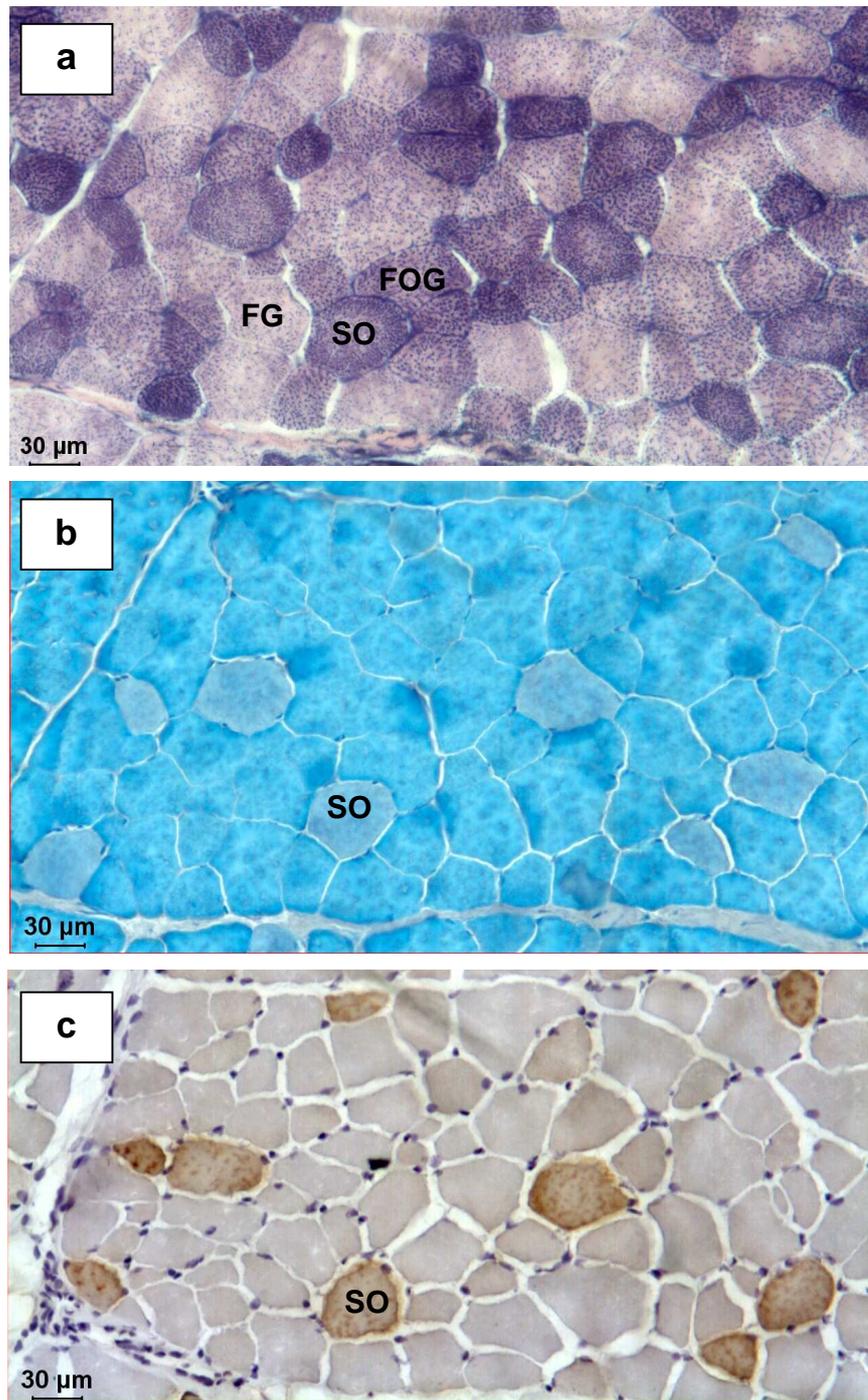
Na identificação das fibras pelo tipo de metabolismo (oxidativo, oxidativo-glicolítico ou glicolítico) das fibras musculares, foi utilizada a técnica da Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo Tetrazólio Redutase (NADH-TR), modificada por DUBOWITZ & BROOKE (1973). Após secagem por 12 minutos em temperatura ambiente (22 – 25°C), os cortes foram incubados durante 40 minutos à 39°C, em solução composta por 8 mg de NADH (forma reduzida), 10 mg de NitroBlueTetrazolium e 10 mL de solução tampão Tris 0,2 M (pH 7,4). Depois de lavados em água destilada, foram fixados em solução de formalina tamponada 5% e novamente lavados em água destilada. Na seqüência, os cortes foram corados com eosina, por 10 segundos, desidratados em etanol (70, 80, 90 e 100%), por 2 minutos cada, diafanizados em xilol, por 3 minutos, e montados em entellan (Figura 2a).

Para avaliação do tipo de miosina (de contração lenta ou rápida) foi utilizada a técnica adaptada do método de coloração metacromática da atividade da ATPase em miofibrilas (m-ATPase), descrito por OLGIVIE & FEEBACK (1990). Após secagem por 40 minutos em temperatura ambiente (22 – 25 °C), os cortes foram fixados em solução tamponada de formaldeído 5% (pH 7,2), contendo 0,17 M de cloreto de cálcio, 0,34 M de sacarose e 0,13 M de cacodilato de sódio, durante 6 minutos, na mesma temperatura. Na seqüência, os cortes foram lavados com solução tampão (pH 7,8), contendo 21 mM de Tris-base e 3,4 mM de cloreto de cálcio (GUTH & SAMAHA, 1970), pré-incubados em meio alcalino (pH 10,40), com solução contendo 52 mM de acetato de sódio e 17,7 mM de cloreto de potássio, por 15 minutos em temperatura ambiente (OLGIVIE & FEEBACK, 1990), e novamente lavados com a solução descrita anteriormente. A incubação foi feita conforme ENNION et al. (1995), em meio alcalino (pH 9,4), com solução contendo 40 mM de glicina, 20 mM de cloreto de cálcio e 2,5 mM de ATP (Sigma), por 15 minutos a 41°C. Os cortes foram então lavados com água destilada, incubados em solução aquosa de cloreto de cálcio a 1% por 3 minutos, e lavados rapidamente com água destilada. Na seqüência, os cortes foram corados com azul de toluidina a 1%, por 10 segundos, desidratados em etanol (70, 80, 90 e 100%), por 2 minutos cada, diafanizados em xilol, por 3 minutos, e montados em entellan (OLGIVIE & FEEBACK, 1990) (Figura 2b).

Visando verificar de forma rápida e precisa, a acurácia dos resultados obtidos pela técnica da m-ATPase, também foi realizada análise imunohistoquímica para identificação das fibras musculares pelo tipo de miosina (de contração lenta ou rápida).

Pelo método imunohistoquímico indireto PAP para marcação de miosina de contração lenta, após secagem em temperatura ambiente por 12 minutos, os cortes foram fixados em formalina 3% por 20 minutos à mesma temperatura, e lavados em TBS ((solução de tampão fosfato a 10 mM (pH 7,4), contendo 137 mM de cloreto de sódio e 2,7 mM de cloreto de potássio)). Para bloqueio de peroxidases endógenas, os cortes foram incubados com 0,3% de peroxidase de hidrogênio em metanol, por 10 minutos, e novamente lavados com TBS. Para controle e redução do background (coloração de fundo), os cortes foram incubados em anticorpo inespecífico (soro de coelho) (1:50 em TBS), por 1 hora à 4°C. Após esses procedimentos, os cortes foram incubados em soluções preparadas com anticorpo primário monoclonal anti-miosina lenta (Sigma MY-32) adicionadas de TTBS (TBS mais 1% de Triton X-100), na proporção de 1:1500, por 4 horas à temperatura de 4°C. Na seqüência, os cortes foram incubados em solução preparada com anticorpo secundário conjugado com PAP (peroxidase anti-peroxidase), adicionada de TBS, na proporção de 1:100, por mais 1 hora e 30 minutos à 4°C. Os cortes foram novamente lavados com TBS, e posteriormente incubados com solução contendo 3,3 M de diaminobenzidina (DAB), 0,2 mg/mL de tris-HCl a 0,05 M (pH 7,6), com adição de 0,02% de peroxidase de hidrogênio. Os cortes foram corados com hematoxilina por 10 segundos, desidratados em etanol (70, 80, 90 e 100%), por 2 minutos cada, diafanizados em xilol, por 3 minutos, e montados em entellan (Figura 2c).

A técnica histoquímica NADH-TR possibilitou a distinção entre fibras oxidativas, oxidativas-glicolíticas e glicolíticas, enquanto as técnicas histoquímica da m-ATPase e imunohistoquímica, permitiram a identificação das fibras de contração lenta. De acordo com as reações apresentadas pelas fibras nas técnicas utilizadas, foi possível distinguir três tipos de fibras musculares e classificá-las em SO, FOG e FG, conforme indicado na Figura 2 (a, b e c) e descrito na Tabela 4. Entretanto, é importante mencionar que pela técnica NADH-TR, algumas fibras FOG foram mais reativas do que outras.



**Figura 2** – Cortes transversais do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros, e identificação das fibras musculares de contração lenta e metabolismo oxidativo (SO), contração rápida e metabolismo oxidativo-glicolítico (FOG) e contração rápida e metabolismo glicolítico (FG), após uso de técnicas histoquímicas: NADH-TR (a) e m-ATPase (b); e imunohistoquímica (c). 200X.

**Tabela 4** – Classificação das fibras musculares dos músculos *Longissimus lumborum* e *Triceps brachii* de cordeiros, de acordo com as colorações obtidas por meio das técnicas histoquímicas (NADH-TR e m-ATPase) e imunohistoquímica (Imuno)

Classificação	Característica		Técnica*		
	Contração	Metabolismo	NADH-TR	m-ATPase	Imuno
SO	lenta	oxidativo	++++	+	+++
FOG	rápida	oxidativo-glicolítico	+++	++	-
FOG	rápida	oxidativo-glicolítico	++	++	-
FG	rápida	glicolítico	+	++	-

\* NADH-TR: ++++ (roxo escuro); +++ (roxo); ++ (roxo claro); e + (pouco reativa).  
ATPase: + (azul claro) e ++ (azul).  
Imuno: +++ (dourado) e - (sem reação)

Os parâmetros analisados das fibras musculares foram: área de secção transversal (AST) e diâmetro menor, de cada tipo de fibra, frequência (F) de cada tipo de fibra por campo microscópico analisado e área total relativa de cada tipo de fibra por campo microscópico analisado (ATR). A AST média das fibras foi medida em  $\mu\text{m}^2$ , a partir da mensuração de 50 secções transversais de cada tipo de fibra. A F média foi obtida como porcentagem do número total de fibras presentes por campo microscópico analisado. A ATR de cada tipo de fibra foi calculada em  $\mu\text{m}^2$ , pelo produto AST multiplicado por F. Os dados foram obtidos a partir de imagens dos cortes histológicos, capturadas e analisadas por meio do sistema de análise de imagem Leica Qwin Plus®.

Com relação à determinação dos teores de colágeno total e solúvel, os lombos e as paletas foram descongelados dentro de sacos plásticos, em geladeira a 10°C por 20 horas e, dissecados, com auxílio de bisturi e faca, até a obtenção dos músculos *Longissimus lumborum* e *Triceps brachii*.

Conforme a metodologia descrita por AMTLICHE (1980), 40 gramas de amostra crua moída e homogeneizada em Erlenmeyer de 125 mL, foram adicionadas a 30 mL de ácido sulfúrico 6N e aquecidas em banho-maria a 110°C, sem refluxo, por 8 horas. Em seguida, transferiu-se quantitativamente o hidrolisado para um balão volumétrico de 200 mL, no qual foram adicionados 5 mL de éter de petróleo, misturados, e completado o volume com água destilada. A camada resultante de éter com gordura foi eliminada, e

o hidrolisado, filtrado em papel de filtro Whatman nº 4, e diluído de forma que a concentração de hidroxiprolina das amostras permanecesse entre 0,6 e 2,4 mg/mL. Após estes procedimentos, uma alíquota de 4 mL da diluição foi transferida para um tubo de ensaio, adicionada a 2 mL do reagente de oxidação, misturadas em agitador de tubos, e deixadas em repouso por 30 minutos em temperatura ambiente. Em seguida, adicionou-se 2 mL do reagente de cor, agitando-se vigorosamente a solução, que foi aquecida por 15 minutos em banho-maria a 60°C. Após aquecimento, a solução foi resfriada em água corrente, deixada em repouso por mais 30 minutos à temperatura ambiente, e submetida a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 558nm, em cubeta de 1 cm de espessura.

Para o preparo da curva padrão de hidroxiprolina, pipetou-se em balões volumétricos de 50 mL: 5, 10, 15 e 20 mL da solução padrão de hidroxiprolina (6 mg/L) e completou-se o volume dos balões com água destilada. As concentrações dessas soluções foram respectivamente, 0,6; 1,2; 1,8 e 2,4 mg/mL, e, da mesma forma que para as amostras de carne, realizou-se as reações de oxidação e de cor nas mesmas. A partir das leituras da absorbância dos padrões e de suas concentrações, foi construída uma curva padrão para obtenção da concentração de hidroxiprolina das amostras, nos 4 mL de amostra diluída usados na reação de cor. Pelo cálculo da massa de amostra contida na alíquota utilizada, calculou-se a concentração de hidroxiprolina (colágeno solúvel) da amostra, e, para a determinação dos teores de colágeno total, multiplicou-se por 8 a concentração de hidroxiprolina das mesmas.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, tendo nas parcelas um esquema fatorial 2 x 2 (duas relações volumoso:concentrado e dois volumosos), e nas subparcelas os músculos avaliados (*Longissimus lumborum* e *Triceps brachii*), com quatro tratamentos e oito repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM do pacote estatístico SAS (SAS, 1996) a 5% de significância. Quando detectadas diferenças significativas entre os tratamentos para as diferentes variáveis em estudo, as mesmas foram comparadas pelo teste de Tukey ao mesmo nível de significância. O modelo matemático utilizado foi:

$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + S_{l(ij)} + \gamma_l + (\alpha\gamma)_{il} + (\beta\gamma)_{jl} + (\alpha\beta\gamma)_{ijl} + E_{ijkl}$ ; sendo:

$Y_{ijkl}$  = valor observado da variável estudada no indivíduo k (1...8), recebendo a relação volumoso:concentrado i e volumoso j, no músculo l;

$\mu$  = média geral;

$\alpha_i$  = efeito da relação volumoso:concentrado i, variando de 1 (40:60) a 2 (60:40);

$\beta_j$  = efeito do volumoso j, variando de 1 (cana-de-açúcar) a 2 (silagem de milho);

$(\alpha\beta)_{ij}$  = efeito da interação entre relação volumoso:concentrado e tipo de volumoso;

$S_{l(ij)}$  = erro (a) da parcela associado a cada observação;

$\gamma_l$  = efeito do músculo l, variando de 1 (*Longissimus lumborum*) a 2 (*Triceps brachii*);

$(\alpha\gamma)_{il}$  = efeito da interação entre relação volumoso:concentrado e músculo;

$(\beta\gamma)_{jl}$  = efeito da interação entre tipo de volumoso e músculo;

$(\alpha\beta\gamma)_{ijl}$  = efeito da interação entre relação volumoso:concentrado, tipo de volumoso e músculo;

$E_{ijkl}$  = erro (b) da subparcela associado a cada observação.

### 3. Resultados e discussão

Pela Tabela 5, nota-se que não houve efeito ( $P > 0,05$ ) das interações volumoso x relação volumoso:concentrado, volumoso x músculo, relação volumoso:concentrado x músculo e volumoso x relação volumoso:concentrado x músculo, para as características das fibras musculares dos cordeiros. Entretanto, percebe-se que houve efeito ( $P < 0,05$ ) da relação volumoso:concentrado sobre o diâmetro, a área e a área total relativa das fibras musculares, e efeito do músculo ( $P < 0,05$ ) para todas as variáveis analisadas.

As dietas não alteraram a frequência das fibras musculares (SO, FOG e FG), entretanto, àquelas contendo 60% de concentrado, propiciaram maior diâmetro, área e área total relativa das mesmas, provavelmente devido ao maior ganho de peso diário (Tabela 3) proporcionado por tais dietas, denotando assim, maior hipertrofia das fibras e conseqüentemente maior desenvolvimento muscular dos cordeiros.

**Tabela 5** – Frequência (%), diâmetro menor ( $\mu\text{m}$ ), área ( $\mu\text{m}^2$ ) e área total relativa ( $\mu\text{m}^2$ ) das fibras musculares dos músculos *Longissimus lumborum* (LL) e *Triceps brachii* (TB) de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagem de milho (SM) ou cana-de-açúcar (CA) em dois níveis de concentrado

Variável	Volumoso		Relação volumoso: concentrado		Músculo		CV <sup>1</sup> (%)
	SM	CA	60:40	40:60	LL	TB	
<b>Frequência</b>							
SO	15,62	15,75	15,72	15,65	7,01b	24,37a	2,18
FOG	63,99	63,66	63,91	63,74	73,95a	53,70b	1,23
FG	20,39	20,59	20,37	20,61	19,04b	21,93a	2,49
<b>Diâmetro</b>							
SO	36,04	35,98	35,46b	36,55a	34,05b	37,97a	0,39
FOG	34,13	34,06	33,58b	34,61a	32,18b	36,01a	0,28
FG	36,74	36,71	36,21b	37,25a	34,66b	38,79a	0,70
<b>Área</b>							
SO	2057,58	2034,97	1906,24b	2186,30a	1712,60b	2379,95a	8,16
FOG	1622,27	1595,88	1548,86b	1669,29a	1458,89b	1759,26a	2,51
FG	2206,86	2184,34	2037,96b	2274,25a	1993,16b	2319,04a	2,50
<b>ATR*</b>							
SO	34903	35042	32556b	37388a	12001b	57943a	10,13
FOG	102412	99915	97522b	104805a	107875a	94452b	2,36
FG	45247	43637	41667b	47217a	37965b	50919a	3,95

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup> CV = coeficiente de variação.

\* ATR = área total relativa.

Fibras: SO (contração lenta e metabolismo oxidativo); FOG (contração rápida e metabolismo oxidativo-glicolítico); FG (contração rápida e metabolismo glicolítico).

MACEDO (2000), ao trabalhar com cordeiros dos grupos genéticos, Corriedale, Bergamácia x Corriedale e Hampshire Down x Corriedale, e SANTELLO (2005), com cordeiras mestiças  $\frac{1}{2}$  Dorset  $\frac{1}{2}$  Santa Inês, ambos terminados em pasto ou confinamento, também verificaram que a alimentação dos animais não afetou a frequência das fibras musculares do músculo *Semitendinosus*, tendo como fibra predominante, a do tipo FOG. Com relação ao diâmetro das fibras, no estudo de MACEDO (2000), os cordeiros terminados em confinamento tiveram também maiores diâmetros das fibras musculares. Por outro lado, na pesquisa de SANTELLO (2005), não foram verificadas diferenças para esta característica.

Quanto ao efeito dos músculos, verificou-se que a frequência das fibras SO e FG foi maior no *Triceps brachii*, e a das fibras FOG, maior no *Longissimus lumborum*. Numericamente, o músculo *Triceps brachii* teve maior frequência das fibras FOG (53,70%), e frequências similares entre as fibras SO (24,37%) e FG (21,93%), mostrando-se ser de contração rápida e metabolismo oxidativo-glicolítico. Já o *Longissimus lumborum*, teve maior frequência das fibras FOG (73,95%), e menores das fibras SO (7,01%) e FG (19,04%), caracterizando-se também como um músculo de contração rápida e metabolismo oxidativo-glicolítico. Ao avaliar o músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros terminados em pasto, MONTEIRO et al. (2000) também verificaram superioridade na frequência de fibras FOG.

O músculo *Triceps brachii* teve para todos os tipos de fibras musculares, maiores áreas e diâmetros do que o *Longissimus lumborum*, originando carne mais texturizada, de maciez mediana, comprovada no Capítulo 4, pela diferença observada entre a força de cisalhamento dos músculos *Longissimus lumborum* (1,41 kgf/cm<sup>2</sup>) e *Triceps brachii* (2,28 kgf/cm<sup>2</sup>), haja vista que carnes ovinas que apresentam valores de força de cisalhamento inferiores a 2,27 kgf/cm<sup>2</sup>, de 2,28 a 3,63 kgf/cm<sup>2</sup>, de 3,64 a 5,44 kgf/cm<sup>2</sup> e, acima de 5,44, podem ser classificadas como macia, de maciez mediana, dura e extremamente dura, respectivamente (CEZAR & SOUSA, 2007).

Pela Tabela 6 observa-se que não houve efeito ( $P > 0,05$ ) das interações volumoso x relação volumoso:concentrado, volumoso x músculo, relação volumoso:concentrado x músculo e volumoso x relação volumoso:concentrado x músculo, para os teores de colágeno total e solúvel da carne de cordeiros terminados em confinamento.

Independentemente do tipo de volumoso, da relação volumoso:concentrado e do músculo avaliado, os teores de colágeno total e solúvel da carne dos cordeiros não diferiram ( $P > 0,05$ ), com valores médios de 2,45 e 0,30 mg/g de músculo, respectivamente. DÍAZ et al. (2002), ao avaliarem a qualidade da carne de cordeiros da raça Talaverana, criados em diferentes sistemas de produção, também não constataram diferenças entre os valores de colágenos total e solúvel da carne de cordeiros confinados ou terminados em pasto, com médias de 2,57 e 0,75 mg/g de músculo, respectivamente.

**Tabela 6** - Teores de colágeno total e solúvel (mg/g de músculo) dos músculos *Longissimus lumborum* (LL) e *Triceps brachii* (TB) de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagem de milho (SM) ou cana-de-açúcar (CA) em dois níveis de concentrado

Variável	Volumoso		Relação volumoso: concentrado		Músculo		CV <sup>1</sup> (%)
	SM	CA	60:40	40:60	LL	TB	
Colágeno total	2,40	2,50	2,40	2,50	2,60	2,30	24,55
Colágeno solúvel	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	25,55

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

<sup>1</sup>CV = coeficiente de variação.

Com relação ao músculo, TSCHIRHART-HOELSCHER et al. (2006), ao analisarem a carne de cordeiros, verificaram nos músculos *Longissimus lumborum* e *Triceps brachii*, conteúdos de colágeno total de 2,6 mg/g e 5,0 mg/g, respectivamente. Haja vista que o conteúdo de colágeno total varia mais entre músculos, tendo os de locomoção, maiores teores do que os de suporte, e a concentração de colágeno solúvel, mais em função da idade dos animais (RAMOS & GOMIDE, 2007), a similaridade observada entre os músculos no presente estudo pode estar atribuída ao fato destes serem ambos, músculos de suporte, e também ao fato de os cordeiros terem sido confinados, o que resultou em abates precoces dos animais, com idades semelhantes, variando de 100 a 130 dias.

Vale destacar, que cordeiros de raças especializadas para corte originam carnes com maior quantidade de colágeno solúvel, favorecendo o desenvolvimento muscular dos mesmos (MARTÍNEZ-CEREZO et al. 2005), e que por possuírem colágeno mais solúvel, as carnes de animais jovens são mais tenras (YOUNG & BRAGGINS, 1993). Ao avaliarem a qualidade da carne de ovinos dos genótipos Romney, East Friesian x (Finn x Texel) e Finn x Poll Dorset em diferentes idades ao abate, SILVA SOBRINHO et al. (2005) verificaram que as medidas de força de cisalhamento foram mais altas na carne dos animais abatidos aos 300 dias do que na dos abatidos aos 150 dias, indicando menor maciez da carne dos animais mais velhos.

#### 4. Conclusões

As características das fibras musculares de cordeiros variam mais em função do tipo de músculo do que da dieta.

Os diferentes volumosos e relações volumoso:concentrado das dietas não alteraram a freqüência das fibras musculares.

Dietas contendo maior quantidade de concentrado (60%) aumentam a hipertrofia muscular em cordeiros.

Em cordeiros confinados, os teores de colágeno total e solúvel da carne não foram afetados pelas dietas e tipo de músculo.

#### 5. Referências

AMTLICHE UNTERSUCHUNGSVERDAHREN NACH 35 MEG. Untersuchung von lebensmitteln – Bestimmung des Hydroxylprolinegehaltes. In: FLELSCH UND FLELSCHUSERGNISSEN, v. 8, p. 1 – 3, 1980.

ARIMA, H. K. Maturação de carnes. In: CASTILLO, C. C. et al. **Qualidade da carne**. São Paulo: Varela, 2006. p. 153-172.

BAILEY, A. J. The role of collagen in the development of muscle and its relationship to eating quality. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 60, n. 6, p. 1580-1587, 1985.

BOSELNANN, A. et al. Pyridinoline cross-links in bovine muscle collagen. **Journal of Food Science**, v. 60, n. 5, p. 953-958, 1995.

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

DÍAZ, M. T. et al. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 43, n. 3, p. 257-268, 2002.

DUBOWITZ, V.; BROOKE, M. H. **Muscle biopsy: a modern approach**, London: Saunders, 1973. 220 p.

ENNION, S. et al. Characterization of human skeletal muscle fibres according to the myosin heavy chains they express. **Journal Muscle Research Cell Motility**, v. 16, p. 35-43, 1995.

GIL, M. et al. Fibras musculares y longitud del sarcómero: métodos de análisis. In: CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. **Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2005. v. 1, p. 353 - 365.

GUTH, L.; SAMAHA, F. J. Procedure for the histochemical demonstration of actomyosin ATPase. **Experimental Neurology**, v. 28, p. 365-367, 1970.

HARPER, G. S. et al. Changes in connective tissue of M. semitendinosus as a response to different growth paths in steers. **Meat Science**, Kidlington, v. 53, n. 2, p. 107-114, 1999.

KLONT, R. E. et al. Muscle fibre type and meat quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 49, p. 219-229, 1998. Suplemento.

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

LIGHT, N.; CHAMPION, A. N. Characterization of muscle epimysium, perimysium and endomysium collagens. **Journal of Food Biochemistry**, Trumbull, v. 219, n. 3, p. 1017-1026, 1984.

MACEDO, R. M. G. **Características morfológicas e histoquímicas do tecido muscular esquelético de cordeiros Corriedale, puros e mestiços, durante o crescimento, terminados em pastagem ou confinamento.** 2000. 120 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

MARTÍNEZ-CEREZO, S. et al. Breed, slaughter weight and ageing time effects on physico-chemical characteristics of lamb meat. **Meat Science**, Kidlington, v. 69, n. 2, p. 325-333, 2005.

MILLS, E. W. et al. Early post-mortem degradation of intramuscular collagen. **Meat Science**, Kidlington, v. 26, n. 2, p. 115-120, 1989.

MOLENTO, M. B. et al. 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.

MONTEIRO, E. M. et al. Efeitos do genótipo nas características morfológicas e histoquímicas do *Longissimus dorsi* e em alguns parâmetros quantitativos das carcaças de cordeiros. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, p. 153-162, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. **Nutrient requirements of sheep.** New York: National Academy Press, 1985. 99 p.

OLIVÁN, M. et al. Análisis químico de la carne. In: CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. **Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes.**

Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2000. p. 181-203.

OLGIVIE, R. W.; FEEBACK, D. L. A metachromatic dye-ATPase method for the simultaneous identification of skeletal muscle fiber types I, IIA, IIB, IIC. **Satín Technology**, v. 65, p. 231-241, 1990.

OLIVER, M. A.; GIL, M. Métodos de análisis de fibras musculares. In: CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. **Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2000. p. 247-255.

PURSLOW, P. P. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 70, n. 3, p. 435-447, 2005. Suplemento.

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

SANTELLLO, G. A. **Desempenho, análise econômica e características histoquímicas do tecido muscular esquelético de cordeiras terminadas em diferentes sistemas**. 2005. 68 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2005.

SAS - Statistical Analysis Systems. 1996. **User's Guide**. North Caroline: SAS Institute Inc., 1996.

SAZILI, A. Q. et al. The relationship between slow and fast myosin heavy chain content, calpastatin and meat tenderness in different ovine skeletal muscles. **Meat Science**, Kidlington, v. 69, n. 1, p. 17-25, 2005.

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

SILVA SOBRINHO, A. G. et al. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 1070-1078, 2005.

TSCHIRHART-HOELSCHER, T. E. et al. Physical, chemical, and histological characteristics of 18 lamb muscles. **Meat Science**, Kidlington, v. 73, n. 1, p. 48-54, 2006.

VESTERGAARD, M. et al. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of *semitendinosus*, *longissimus dorsi* and *supraspinatus* muscles of young bulls. **Meat Science**, Kidlington, v. 54, n. 2, p. 177-185, 2000a.

VESTERGAARD, M. et al. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on meat and eating quality of young bulls and the relationship between muscle fibre characteristics, fibre fragmentation and meat tenderness. **Meat Science**, Kidlington, v. 54, n. 2, p. 187-195, 2000b.

YOUNG, O. A.; BRAGGINS, T. J. Tenderness of ovine *semimembranosus*: Is collagen concentration or solubility the critical factor? **Meat Science**, Kidlington, v. 35, n. 2, p. 213-222, 1993.

#### **CAPÍTULO 4 – CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DA CARNE DE CORDEIROS TERMINADOS COM DIETAS CONTENDO CANA-DE-AÇÚCAR OU SILAGEM DE MILHO EM DOIS NÍVEIS DE CONCENTRADO**

**RESUMO** – Com o objetivo de avaliar as características físico-químicas e sensoriais da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho em duas relações volumoso:concentrado, 60:40 ou 40:60, utilizou-se 32 cordeiros Ile de France, não castrados, com 15 kg de peso corporal. Os animais foram confinados em baias individuais e abatidos aos 32 kg. As dietas e músculos estudados não influenciaram o pH aos 45 minutos (6,56) e 24 horas (5,62) após o abate, nem a capacidade de retenção de água (58,38%) e a perda de peso por cocção (34,04%). A cor da carne e da gordura subcutânea não diferiu entre as dietas, entretanto a cor da carne foi afetada pelo tipo de músculo, tendo o *Longissimus lumborum* e o *Triceps brachii*, respectivamente, os valores de L\*, a\* e b\* de 34,64 e 36,86; 13,54 e 11,97; e 2,40 e 1,82 aos 45 minutos; e de 43,62 e 47,74; 16,12 e 14,21; e 5,36 e 4,49 às 24 horas após o abate. A força de cisalhamento (1,85 kgf/cm<sup>2</sup>) não foi afetada pelas dietas, porém, diferiu entre os músculos, com valores de 1,41 e 2,28 kgf/cm<sup>2</sup> para o *Longissimus lumborum* e *Triceps brachii*, respectivamente. Nas análises sensoriais do lombo e da paleta, os cordeiros alimentados com cana-de-açúcar e maior quantidade de concentrado, obtiveram maiores notas para sabor (8,07 e 8,26), textura (8,53 e 8,53), preferência (8,20 e 8,46) e aceitação (8,33 e 8,26), respectivamente. Conclui-se que a cana-de-açúcar na alimentação de cordeiros em confinamento manteve a qualidade físico-química da carne, podendo ser utilizada nesta fase de produção, e quando associada a maior quantidade de concentrado na dieta, melhorou a qualidade sensorial a carne de cordeiros.

**Palavras-chave:** carne ovina, confinamento, cor da gordura, escatol, músculos, relação volumoso:concentrado

## 1. Introdução

A ovinocultura está em franco crescimento e tem grande potencial de se tornar uma atividade economicamente sustentável e significativa no agronegócio brasileiro. A atividade tem se apresentado como boa opção, em virtude do incremento da demanda e preços da carne ovina. No entanto, a irregularidade de oferta e a baixa qualidade das carcaças comercializadas, ainda limitam o consumo de carne ovina no Brasil, cujo mercado é ávido por carnes de qualidade superior.

Objetivando sanar tais deficiências e sabedores das características favoráveis da carne de cordeiro, os setores envolvidos na cadeia têm se mobilizado no sentido de imprimir qualidade ao produto, abatendo animais jovens. Além da utilização de raças de corte, a intensificação dos sistemas de produção, buscando melhores índices produtivos, também tem sido adotada. A terminação de cordeiros em confinamento contribui para o abate precoce dos animais, resultando em carcaças com características que atendam as exigências de mercado, garantindo mais rápido retorno do capital investido. Porém, este sistema muitas vezes é inviável, em decorrência da alimentação, responsável por cerca de 70% dos custos de produção (BARROS, 2004).

Frente a este entrave, o uso da cana-de-açúcar como volumoso na alimentação de ovinos, pode proporcionar menores custos de produção quando comparados com os da silagem de milho, prevalecendo como boa opção para minimizar o custo das dietas. Neste contexto, recomenda-se o uso de variedade forrageira, como a IAC 86-2480, associada, a alimentos concentrados, para melhor atender as exigências nutricionais de cordeiros destinados a produção de carne.

Como os trabalhos utilizando a cana-de-açúcar *in natura* na alimentação de ovinos são escassos, e frente à elevada exigência do mercado consumidor em relação às características qualitativas da carne, há necessidade de mais informações sobre a influência desta fonte volumosa associada a alimentos concentrados sobre alguns parâmetros qualitativos da carne ovina, haja vista a marcante influência das dietas nestas características (SAÑUDO, 1992).

O pH é o principal indicador da qualidade final da carne, pois afeta as características da cor, suculência, sabor, capacidade de retenção de água, bem como a capacidade de conservação da carne (CEZAR & SOUSA, 2007), uma vez que as bactérias causadoras da decomposição e putrefação, não encontrarão condições adequadas para sua multiplicação.

A cor é a primeira característica a ser observada pelo consumidor ao adquirir a carne fresca, determinando indiretamente sua vida de prateleira, uma vez que aquelas carnes que desviam da cor ideal (vermelho cereja) tendem a acumular-se no balcão (DABÉS, 2001). A coloração mais forte da gordura da carcaça também é uma característica indesejável e passível de discriminação pelos consumidores, que associam cores branca e creme da gordura à qualidade (PURCHAS, 1989). A coloração amarela da gordura está relacionada ao acúmulo de carotenóides, sendo a luteína, o único carotenóide armazenado no tecido adiposo de ovinos (YANG et al., 1992; PRACHE et al., 2003a). Em contraste, a zeaxantina, carotenóide abundante no milho, não é estocado por ruminantes (YANG et al., 1992; PRACHE et al., 2003a,b).

A maciez é considerada a característica qualitativa da carne mais importante após sua compra (KOOHMARAIE et al., 1990; VEISETH & KOOHMARAIE, 2001), estando relacionada com a capacidade de retenção de água, pH, estado de engorduramento e características do tecido conjuntivo e da fibra muscular.

De acordo com VASTA & PRIOLO (2006), os compostos voláteis presentes na carne tem sido profundamente estudados pelos efeitos favoráveis ou indesejáveis ao sabor da mesma, ou pelo uso potencial no rastreamento dos sistemas alimentares dos animais. Segundo YOUNG et al. (1997), apesar de os ácidos graxos de cadeia ramificada (AGCR) contribuírem para o sabor característico da carne ovina, este está fortemente correlacionado com a presença do 3-metilindole (escatol). PRIOLO et al. (2001) citaram que a carne de ovinos, criados em sistemas mais extensivos de produção, teve maior concentração de escatol do que a dos animais terminados com concentrados.

Vale ressaltar que fatores como aparência, aroma durante o cozimento, perda por cozimento, maciez, suculência e sabor governam as reações de um indivíduo frente

às qualidades sensoriais de um produto (RAMOS & GOMIDE, 2007). Sendo assim, objetivou-se avaliar o efeito da dieta com maior ou menor teor de concentrado, associado à cana-de-açúcar IAC 86-2480 ou silagem de milho, sobre as características físico-químicas e sensoriais da carne de cordeiros terminados em confinamento.

## 2. Material e métodos

O experimento foi desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (FCAV/Unesp), *Campus* de Jaboticabal, SP, localizada a 21°15'22" de latitude Sul e 48°18'58" de latitude Oeste, com altitude de 595m. A fase de campo foi realizada no Setor de Ovinocultura, e as análises laboratoriais no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal, pertencentes a esta Instituição Universitária; no Centro de Tecnologia de Carnes e no Centro de Química de Alimentos e Nutrição Aplicada, ambos do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), em Campinas/SP.

Foram utilizados 32 cordeiros Ile de France, machos não castrados, com peso corporal de 15 kg. Os animais foram identificados com marcação numérica na região lombar, vermifugados e receberam suplementação de vitaminas A, D e E. Posteriormente, foram confinados em baias individuais, com piso ripado suspenso, de aproximadamente 1,0 m<sup>2</sup>, equipadas com comedouros e bebedouros e dispostas em área coberta.

Os cordeiros foram distribuídos em quatro tratamentos, constituídos por dietas com duas relações volumoso:concentrado (60:40 e 40:60) e dois volumosos (silagem de milho e cana-de-açúcar), sendo: 60% de silagem de milho + 40% de concentrado (60%SM:40%C); 60% de cana-de-açúcar + 40% de concentrado (60%CA:40%C); 40% de silagem de milho + 60% de concentrado (40%SM:60%C) e 40% de cana-de-açúcar + 60% de concentrado (40%CA:60%C). As dietas foram calculadas de acordo com as exigências preconizadas pelo NRC (1985) para cordeiros desmamados com ganhos de peso estimados em 300g/dia.

A cana-de-açúcar utilizada no experimento foi a IAC 86-2480, desenvolvida pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC) para alimentação animal. A cana-de-açúcar, proveniente do primeiro corte, pertencia ao canavial experimental da FCAV, formado no ano de 2005 e foi colhida manualmente com facão, em dias alternados, e armazenada em área coberta, enquanto a picagem era realizada em picadeira estacionária, imediatamente antes do fornecimento aos animais. As facas da picadeira foram afiadas ao longo do experimento, para garantir a uniformidade no tamanho das partículas, de aproximadamente 1 cm.

A silagem de milho foi confeccionada no Setor de Ovinocultura, em silo tipo trincheira com capacidade para 60 t. A variedade de milho utilizada na confecção da silagem foi a Turk, com densidade de 5 sementes/m linear, sendo as plantas colhidas aos 110 dias de idade, com grãos no ponto farináceo-duro. Os concentrados foram compostos por grão de milho triturado, farelo de soja, uréia, sal iodado, calcário calcítico, fosfato bicálcico e suplementos vitamínico e mineral, constituindo dietas isoprotéicas e isoenergéticas. Na Tabela 1 pode ser visualizada a composição químico-bromatológica dos ingredientes das dietas, e na Tabela 2, as composições percentual e químico-bromatológica das dietas, expressas na matéria seca.

**Tabela 1** - Composição químico-bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais (expressas na matéria seca)

Nutriente	Silagem de milho	Cana-de-açúcar	Farelo de soja	Milho moído
Matéria seca (%)	29,30	26,48	88,34	86,96
Matéria orgânica (%)	25,51	24,35	81,60	84,71
Matéria mineral (%)	3,79	2,13	6,74	2,25
Proteína bruta (%)	8,67	2,92	49,06	8,95
Extrato etéreo (%)	3,02	0,43	1,86	3,87
Lignina (%)	2,90	3,66	2,40	2,15
Fibra em detergente neutro (%)	43,38	35,92	14,60	16,33
Fibra em detergente ácido (%)	22,48	20,52	10,20	3,93
Carboidratos totais (%)	84,52	94,52	42,34	84,93
Carboidratos não fibrosos (%)	41,14	58,60	25,84	63,32

**Tabela 2** - Composição percentual dos ingredientes, químico-bromatológica das dietas e energia metabolizável das dietas experimentais (expressas na matéria seca)

Composição	Dieta <sup>a</sup>			
	60%SM:40%C	60%CA:40%C	40%SM:60%C	40%CA:60%C
<b>Percentual (%MS)</b>				
Silagem de milho	60,00	-	40,00	-
Cana-de-açúcar	-	60,00	-	40,00
Uréia	1,00	1,00	0,20	1,00
Milho moído	19,20	9,55	34,10	32,30
Farelo de soja	17,40	27,65	23,30	24,30
Sal iodado	0,30	0,20	0,30	0,30
Calcário calcítico	1,30	0,60	1,30	1,20
Fosfato bicálcico	0,30	0,50	0,30	0,40
Núcleo mineral <sup>b</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50
<b>Químico-bromatológica (na MS) <sup>c</sup></b>				
Matéria seca (%)	53,71	52,37	65,83	64,59
Proteína bruta (%)	18,61	19,61	20,33	20,35
Matéria mineral (%)	5,67	4,52	5,81	5,26
Fibra em detergente neutro (%)	32,46	26,15	24,13	21,81
Fibra em detergente ácido (%)	15,22	14,62	11,73	10,96
Lignina (%)	2,16	2,76	2,36	2,02
Extrato etéreo (%)	3,09	1,15	3,15	2,00
Matéria orgânica (%)	94,33	95,48	94,19	94,74
Carboidratos totais (%)	72,63	74,73	70,70	72,39
Carboidratos não fibrosos (%)	40,16	48,58	46,58	50,58
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3,91	3,81	3,94	3,83
Cálcio (%)	0,74	0,65	0,75	0,81
Fósforo (%)	0,38	0,36	0,41	0,36

<sup>a</sup> Dieta: 60%SM:40%C = 60% silagem de milho + 40% concentrado; 60%CA:40%C = 60% cana-de-açúcar + 40% concentrado; 40%SM:60%C = 40% silagem de milho + 60% concentrado; 40%CA:60%C = 40% cana-de-açúcar + 60% concentrado.

<sup>b</sup> Núcleo mineral: zinco 1600 mg; cobre 300 mg; manganês 1500 mg; ferro 1100 mg; cobalto 10 mg; iodo 27 mg; selênio 22 mg.

<sup>c</sup> Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da FCAV, Unesp, por MORENO (2008).

A Tabela 3 contempla as concentrações dos carotenóides (beta-caroteno, luteína e zeaxantina) dos alimentos, as quais foram determinadas segundo metodologia utilizada por CARVALHO et al. (1992). Os carotenóides foram extraídos com acetona e então feita a partição em éter de petróleo. Após saponificação e lavagem com água, os

mesmos foram detectados e quantificados em espectrofotômetro HITACHI U-2000. Para o cálculo da concentração de cada carotenóide, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Concentração (mg/100g)} = \frac{\text{absorbância da amostra} \times \text{diluição da amostra (volume final)}}{\text{peso da amostra (g)} \times \text{absortividade molar do carotenóide}}$$

**Tabela 3** - Concentração de carotenóides (mg/100g) dos volumosos e dos concentrados fornecidos aos cordeiros (expressas na matéria seca)

Carotenóide	Volumoso		Concentrado*			
	Silagem de milho	Cana-de-açúcar	1	2	3	4
Beta-caroteno	3,32	0,40	0,47	0,27	0,55	0,49
Luteína	4,56	0,45	0,47	0,32	0,59	0,51
Zeaxantina	3,93	0,43	0,49	0,30	0,59	0,53

\* Concentrado das dietas: 1 - 60%SM:40%C = 60% silagem de milho + 40% concentrado; 2 - 60%CA:40%C = 60% cana-de-açúcar + 40% concentrado; 3 - 40%SM:60%C = 40% silagem de milho + 60% concentrado; e 4 - 40%CA:60%C = 40% cana-de-açúcar + 60% concentrado.

Os animais foram alimentados diariamente às 7 e às 17 h. As pesagens foram realizadas semanalmente e, quinzenalmente, avaliada a verminose pela coloração da mucosa da conjuntiva (método Famacha®), segundo recomendações de MOLENTO et al. (2004). Na Tabela 4 constam os dados de desempenho dos cordeiros, obtidos por MORENO (2008).

**Tabela 4** - Pesos corporal inicial e final, dias de confinamento (DC), consumo de matéria seca (CMS), ganho de peso médio diário (GPMD) e conversão alimentar (CA) de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagem de milho (SM) ou cana-de-açúcar (CA) em dois níveis de concentrado

Variável	Volumoso		Relação volumoso: concentrado		CV <sup>1</sup> (%)
	SM	CA	60:40	40:60	
Peso inicial (kg)	15,02	15,13	14,99	15,16	2,07
Peso final (kg)	33,22a	32,55b	32,81	32,96	2,13
DC	63,60	70,70	77,20a	57,10b	12,34
CMS (g/animal/dia)	862,21a	753,97b	749,05b	867,13a	6,95
GPMD (g/animal/dia)	294,64a	255,66b	235,96b	314,35a	12,03
CA	2,98	3,01	3,21	2,77	8,80

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

<sup>1</sup> CV = coeficiente de variação.

Adaptado de MORENO (2008).

Ao atingirem 32 kg de peso corporal, os cordeiros foram mantidos em jejum de dieta sólida por 16 horas, sendo posteriormente insensibilizados por eletronarcole com descarga elétrica de 220 V por 10 segundos, seguido da sangria, pelo seccionamento das veias jugulares e artérias carótidas. Após esfolagem, evisceração e retirada da cabeça e dos membros, mediram-se em triplicata, nos músculos *Longissimus lumborum* e *Triceps brachii* (lado esquerdo), o pH ( $pH_0$  – 45 minutos), por meio de peagômetro digital acoplado a um eletrodo de penetração, e a cor ( $cor_0$  – 45 minutos), utilizando colorímetro Minolta CR-200, por meio do sistema CIELAB L\* (luminosidade), a\* (intensidade de vermelho) e b\* (intensidade de amarelo), calibrado para um padrão branco. A coloração dos músculos foi determinada na parte interna destes, cinco minutos após o corte, para exposição da mioglobina ao oxigênio, de acordo com CAÑEQUE & SAÑUDO (2000).

As carcaças foram transferidas para câmara frigorífica a 4°C onde permaneceram sob refrigeração por 24 horas, e, ao final desse período, mediram-se novamente em triplicata, nos mesmos músculos, o pH ( $pH_f$  – 24 horas) e a cor ( $cor_f$  – 24 horas). Para determinação da cor da gordura subcutânea do lombo ( $cor_0$  – 45 minutos e  $cor_f$  – 24 horas) foram utilizados os mesmos equipamentos e procedimentos aplicados na avaliação da carne ovina.

As carcaças foram então divididas longitudinalmente em duas meias carcaças, sendo a metade esquerda seccionada em cinco regiões anatômicas: pescoço, paleta, costelas, lombo e perna, conforme SILVA SOBRINHO (2001). Os lombos e as paletas foram individualmente identificados, acondicionados em sacos plásticos e armazenados em freezer a - 18°C até o início das análises. No preparo das amostras para análises, os cortes foram descongelados dentro de sacos plásticos, em geladeira a 10°C por 20 horas e, dissecados, com auxílio de bisturi e faca, até a obtenção dos músculos *Longissimus lumborum* (lombo) e *Triceps brachii* (paleta), sendo da porção medial de cada músculo, retiradas amostras para determinação da capacidade de retenção de água, perda de peso por coação, maciez ou força de cisalhamento e análise sensorial.

Na determinação da capacidade de retenção de água, foi utilizada a metodologia descrita por Hamm, citada por SILVA SOBRINHO (1999), na qual, amostras de carne

de  $500 \pm 20$  mg foram colocadas no sentido transversal das fibras, sobre papel filtro entre duas placas acrílicas e sobre estas, colocado peso de 10 kg por 5 minutos. Posteriormente, as amostras foram pesadas, e por diferença, calculou-se a quantidade de água perdida. O resultado foi expresso em porcentagem de água exsudada em relação ao peso inicial da amostra.

Para determinação da perda de peso por cocção, as amostras foram pesadas e submetidas ao cozimento em forno industrial pré-aquecido a  $170^{\circ}\text{C}$ , até a temperatura interna das amostras atingirem  $75^{\circ}\text{C}$ , quando então foram retiradas do forno e pesadas novamente para o cálculo em porcentagem. Na seqüência, para determinação da força de cisalhamento, as amostras cozidas foram cortadas em cubos de 1,5 cm x 1,5 cm para cálculo da área em  $\text{cm}^2$ , e submetidas ao corte no sentido transversal das fibras musculares, pelo aparelho Texture Analyser, acoplado à lâmina *Warner-Bratzler*, sendo os valores expressos em  $\text{kgf/cm}^2$  (LYON et al., 1998).

Na análise sensorial, as amostras dos músculos *Longissimus lumborum* e *Triceps brachii (in natura)* foram salgadas com 1,5% de sal em relação aos seus pesos e assadas em forno pré-aquecido a  $170^{\circ}\text{C}$ , permanecendo até a temperatura interna da carne, atingir  $75^{\circ}\text{C}$ . A partir da carne assada foram obtidas as amostras, cortadas paralelamente às fibras musculares em cubos (LYON et al., 1992), e servidas a cada julgador em cabines individuais, em recipientes plásticos codificados com três dígitos aleatórios.

Posteriormente, efetuou-se a degustação por 30 provadores não-treinados, utilizando-se escala hedônica de 9 pontos, considerando os atributos sabor (sensação de gosto e odor liberados pela amostra durante a mastigação), textura (percepção da força necessária para obter o cisalhamento da amostra ao morder), preferência e aceitação, atribuindo-se as seguintes notas: 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. Os testes foram aplicados em cabines individuais, com luz vermelha para evitar possíveis influências na aparência das amostras.

Da gordura subcutânea dos lombos, foram retiradas amostras para determinação do composto volátil 3-metilindole (escatol). Tais amostras foram embaladas à vácuo para minimizar a volatinização deste composto, e analisadas segundo metodologia utilizada por GARCIA-REGUEIRO & DIAZ (1989).

O delineamento experimental utilizado nas análises físico-químicas da carne foi o inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, tendo nas parcelas um esquema fatorial 2 x 2 (duas relações volumoso:concentrado e dois volumosos), e nas subparcelas os músculos avaliados (*Longissimus lumborum* e *Triceps brachii*), com quatro tratamentos e oito repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM do pacote estatístico SAS (SAS, 1996) a 5% de significância. Quando detectadas diferenças significativas entre os tratamentos para as diferentes variáveis em estudo, as mesmas foram comparadas pelo teste de Tukey ao mesmo nível de significância. O modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + S_{l(ij)} + \gamma_l + (\alpha\gamma)_{il} + (\beta\gamma)_{jl} + (\alpha\beta\gamma)_{ijl} + E_{ijk}; \text{ sendo:}$$

$Y_{ijk}$  = valor observado da variável estudada no indivíduo k (1...8), recebendo a relação volumoso:concentrado i e volumoso j, no músculo l;

$\mu$  = média geral;

$\alpha_i$  = efeito da relação volumoso:concentrado i, variando de 1 (40:60) a 2 (60:40);

$\beta_j$  = efeito do volumoso j, variando de 1 (cana-de-açúcar) a 2 (silagem de milho);

$(\alpha\beta)_{ij}$  = efeito da interação entre relação volumoso:concentrado e tipo de volumoso;

$S_{l(ij)}$  = erro (a) da parcela associado a cada observação;

$\gamma_l$  = efeito do músculo l, variando de 1 (*Longissimus lumborum*) a 2 (*Triceps brachii*);

$(\alpha\gamma)_{il}$  = efeito da interação entre relação volumoso:concentrado e músculo;

$(\beta\gamma)_{jl}$  = efeito da interação entre tipo de volumoso e músculo;

$(\alpha\beta\gamma)_{ijl}$  = efeito da interação entre relação volumoso:concentrado, tipo de volumoso e músculo;

$E_{ijk}$  = erro (b) da subparcela associado a cada observação.

Para cor e concentração de escatol da gordura foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2 (duas relações volumoso:concentrado e dois volumosos), com quatro tratamentos e oito repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM do pacote estatístico SAS (SAS, 1996) a 5% de significância. Quando detectadas diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis em estudo, as mesmas foram comparadas pelo teste de Tukey ao mesmo nível de significância. O modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + V_j + RV_{ij} + e_{ijk}; \text{ sendo:}$$

$Y_{ijk}$  = valor observado da variável estudada no indivíduo k (1...8), recebendo a relação volumoso:concentrado i e volumoso j;

$\mu$  = média geral;

$R_i$  = efeito da relação volumoso:concentrado i, variando de 1 (60:40) a 2 (40:60);

$V_j$  = efeito do volumoso j, variando de 1 (silagem de milho) a 2 (cana-de-açúcar);

$RV_{ij}$  = efeito da interação entre relação volumoso:concentrado e tipo de volumoso;

$e_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação.

Para análise estatística das características sensoriais da carne de cordeiros, por tratar-se de escores de avaliação, utilizou-se o Teste Não Paramétrico de Wilcoxon.

### 3. Resultados e discussão

Pelas informações contidas na Tabela 5, nota-se que não houve efeito ( $P > 0,05$ ) das interações volumoso x relação volumoso:concentrado, volumoso x músculo, relação volumoso:concentrado x músculo e volumoso x relação volumoso:concentrado x músculo para pH e cor da carne de cordeiros terminados em confinamento. Os diferentes volumosos, relação volumoso:concentrado e músculos estudados não

influenciaram ( $P>0,05$ ) o pH aos 45 minutos e 24 horas após o abate. No entanto, o declínio do pH de 6,56 para 5,62, observado 24 horas após o abate, evidencia o processo de *rigor mortis* (MURRAY, 1995; SILVA SOBRINHO, 2005).

Estes valores estão dentro da faixa considerada normal para carne ovina, que segundo SAÑUDO et al. (1992), varia de 6,56 a 6,69 para  $\text{pH}_{45\text{min}}$ , e de 5,66 a 5,78 para  $\text{pH}_{24\text{h}}$ , e indicam a inexistência de estresse pré-abate, uma vez que a pouca susceptibilidade ao estresse pela espécie ovina, acarreta em queda do pH dentro dos valores normais (DEVINE et al., 1993). É importante ressaltar que a constatação de valores normais de queda do pH, sugere que outros parâmetros indicadores da qualidade da carne, como capacidade de retenção de água, cor e maciez, apresentarão bons resultados, pois estes são influenciados pelo pH.

Com relação ao tipo de músculo, os valores encontrados foram semelhantes aos constatados por OLIVEIRA et al. (2004), que ao estudarem os músculos *Longissimus dorsi* e *Triceps brachii* de cordeiros da raça Santa Inês, também não verificaram diferenças ( $P>0,05$ ) entre os mesmos para pH inicial e final, sendo respectivamente, 6,67 e 5,61 no músculo *Longissimus dorsi*, e 6,73 e 5,68 no *Triceps brachii*. Sabe-se que o tipo de fibra muscular dominante influi no pH final, já que este tem relação inversa com o conteúdo de glicogênio acumulado no músculo, ou seja, quanto maior o teor de glicogênio, mais baixo o pH muscular. Músculos ricos em fibras vermelhas (SO) de contração lenta possuem baixa concentração de glicogênio e metabolismo oxidativo, com pouca produção de ácido láctico, resultando em pH final mais elevado, normalmente acima de 6,3. As fibras musculares intermediárias (FOG) de contração rápida e metabolismo oxidativo-glicolítico possuem alto conteúdo de glicogênio, assim como as fibras brancas (FG) de contração rápida e metabolismo glicolítico, com degradação ativa de glicogênio a ácido láctico, resultando em pH final baixo, normalmente de 5,5 (GARRIDO & BAÑÓN, 2000; CEZAR & SOUSA, 2007). Neste sentido, pode-se dizer que no presente estudo, os valores de pH final foram semelhantes entre os músculos avaliados (*Longissimus lumborum* e *Triceps brachii*), pois ambos tiveram maior frequência das fibras FOG (73,95% e 53,70%, respectivamente), caracterizando-se como músculos de contração rápida e metabolismo oxidativo-glicolítico (Capítulo 3).

Quanto às dietas, ao avaliar o efeito da relação volumoso:concentrado sobre a qualidade da carne de cordeiros Morada Nova, ZEOLA et al. (2002) não verificaram diferenças nos valores de pH. Os animais alimentados com as relações (70:30; 55:45; 40:60), apresentaram respectivamente, valores médios de 6,15; 6,07 e 6,02 para pH aos 45 minutos e 5,49; 5,36 e 5,45 para pH as 24 horas após o abate. FERNANDES et al. (2008), ao analisarem as características da carne de bovinos terminados em confinamento com dietas contendo silagem de milho ou cana-de-açúcar como volumosos, observaram que o pH da carne não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pelas mesmas, com médias de 5,63 e 5,73, respectivamente. PRIOLO et al. (2002) relataram que o valor de pH final da carne de cordeiros terminados em pasto é maior do que o dos confinados (5,62 *versus* 5,57); provavelmente, em função da atividade física prévia ao abate. PERLO et al. (2008), ao estudarem o efeito de diferentes dietas sobre a qualidade da carne de cordeiros Corriedale produzidos na Argentina, também observaram maior valor de pH na carne dos cordeiros terminados com pasto nativo (5,68), comparado a dos terminados em confinamento com feno de alfafa moído (5,49) ou com ração peletizada de feno de alfafa com linhaça (5,57).

**Tabela 5** - Medidas de pH e cor dos músculos *Longissimus lumborum* (LL) e *Triceps brachii* (TB) de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagem de milho (SM) ou cana-de-açúcar (CA) em dois níveis de concentrado

Variável	Volumoso		Relação volumoso: concentrado		Músculo		CV <sup>1</sup> (%)
	SM	CA	60:40	40:60	LL	TB	
pH (45 minutos)	6,54	6,58	6,57	6,55	6,61	6,50	3,17
pH (24 horas)	5,64	5,60	5,63	5,61	5,58	5,65	2,28
Cor (45 minutos)							
L*	35,79	35,72	35,82	35,68	34,64b	36,86a	1,93
a*	12,74	12,77	12,80	12,71	13,54a	11,97b	4,48
b*	2,13	2,10	2,15	2,08	2,40a	1,82b	10,27
Cor (24 horas)							
L*	45,73	45,63	45,75	45,61	43,62b	47,74a	1,94
a*	15,19	15,15	15,19	15,15	16,12a	14,21b	3,29
b*	4,98	4,87	4,98	4,87	5,36a	4,49b	11,67

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

<sup>1</sup>CV = coeficiente de variação.

L\* = luminosidade; a\* = teor de vermelho e b\* = teor de amarelo.

Com relação à cor, nota-se que independentemente do tipo de volumosos e da relação volumoso:concentrado, os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , aos 45 minutos e 24 horas após o abate, não diferiram ( $P>0,05$ ), com valores médios de 35,75 para  $L^*$ , 12,76 para  $a^*$  e 2,12 para  $b^*$  aos 45 minutos e de 45,68 para  $L^*$ , 15,17 para  $a^*$  e 4,93 para  $b^*$  as 24 horas.

Ao avaliarem diferentes relações volumoso:concentrado para cordeiros Morada Nova em confinamento, ZEOLA et al. (2002) também constataram que as dietas não afetaram a cor da carne, 24 horas pós-abate, com médias de 40,46 para  $L^*$ ; 14,62 para  $a^*$  e 1,10 para  $b^*$ , obtidas no músculo *Semimembranosus*. ARQUIMÈDE et al. (2008), ao estudarem o efeito da inclusão de níveis crescentes de concentrado (0, 150, 300 e 600 g) nas dietas de cordeiros confinados, também verificaram no músculo *Longissimus lumborum*, 24 horas pós-abate, que as dietas não influenciaram a cor da carne, com médias de 44,38 para  $L^*$ , 19,25 para  $a^*$  e 6,60 para  $b^*$ . FERNANDES et al. (2008), ao analisarem as características da carne de bovinos terminados em confinamento com dietas contendo silagem de milho ou cana-de-açúcar como volumosos, observaram que a cor da carne não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pelas mesmas, com valores de 37,98 e 37,40 para  $L^*$ , 15,86 e 15,32 para  $a^*$  e 3,20 e 2,64 para  $b^*$ , respectivamente.

Entretanto, PRIOLO et al. (2002) e DÍAZ et al. (2002), trabalhando respectivamente com cordeiros Ile de France e Talaverana, verificaram que a carne dos animais criados em pasto apresentou-se mais escura do que a dos confinados. PERLO et al. (2008), ao estudarem o efeito de diferentes dietas sobre a qualidade da carne de cordeiros Corriedale, observaram que a cor da carne dos terminados em confinamento com ração peletizada de feno de alfafa com linhaça foi mais clara, em função do maior valor de  $L^*$  (41,50), comparado à dos terminados em pasto nativo (36,30), ou em confinamento com feno de alfafa moído (37,80). Por outro lado, a cor da carne dos cordeiros terminados em pasto nativo foi mais escura devido também ao maior valor de  $a^*$  (17,10), em relação aos 15,60 e 15,00, verificados na carne dos animais terminados em confinamento com feno de alfafa moído e ração peletizada de feno de alfafa com linhaça, respectivamente.

Segundo os autores supracitados, o maior valor de  $L^*$  pode ser explicado pelo maior conteúdo de gordura verificado na carne dos cordeiros alimentados em confinamento, com ração peletizada de feno de alfafa com linhaça, enquanto o maior valor de  $a^*$  foi resultante da variação da atividade física entre os cordeiros criados em pasto nativo e confinados.

Quanto ao tipo de músculo analisado, houve diferença ( $P < 0,05$ ) para os valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  entre os músculos *Longissimus lumborum* e *Triceps brachii*. Tanto aos 45 minutos quanto as 24 horas, verificou-se no músculo *Longissimus lumborum*, menores valores de  $L^*$  e maiores de  $a^*$  e  $b^*$ . Respectivamente nos músculos *Longissimus lumborum* e *Triceps brachii*, aos 45 minutos os valores foram de 34,64 e 36,86 para  $L^*$ , 13,54 e 11,97 para  $a^*$  e 2,40 e 1,82 para  $b^*$ ; e as 24 horas, de 43,62 e 47,74 para  $L^*$ , 16,12 e 14,21 para  $a^*$  e 5,36 e 4,49 para  $b^*$ . Os valores da cor as 24 horas são próximos aos reportados por TSCHIRHART-HOELSCHER et al. (2006), que ao avaliarem as características físico-químicas de 18 músculos de cordeiros, verificaram no músculo *Longissimus lumborum* os valores de 42,7, 14,7 e 3,8 para as coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  e no músculo *Triceps brachii*, valores de 43,5, 15,7 e 3,5, respectivamente.

BRESSAN et al. (2001) encontraram nos músculos *Longissimus dorsi* e *Semimembranosus* de cordeiros Santa Inês e Bergamácia, abatidos com peso corporal variando de 15 a 45 kg, valores de 32,46 a 42,29 para  $L^*$ ; de 10,39 a 13,89 para  $a^*$  e de 6,73 a 8,15 para  $b^*$ . Ao estudarem os músculos *Longissimus dorsi* e *Semimembranosus* de cordeiros Bergamácia x Santa Inês e Ile de France x Santa Inês, abatidos com peso corporal de 15, 25, 35 e 45 kg, SOUZA et al. (2004), observaram valores de 30,58 a 38,25 para  $L^*$ ; de 10,83 a 18,01 para  $a^*$  e de 3,34 a 5,65 para  $b^*$ . Frente aos valores descritos nos diversos trabalhos citados, os valores obtidos no presente experimento foram considerados normais para cor de carne ovina.

Os resultados referentes à cor da gordura subcutânea dos cordeiros terminados em confinamento constam na Tabela 6. Para esta característica não houve efeito ( $P > 0,05$ ) da interação volumoso x relação volumoso:concentrado. Os diferentes volumosos e relações volumoso:concentrado não influenciaram ( $P > 0,05$ ) os valores das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  aos 45 minutos e 24 horas após o abate.

**Tabela 6** - Medidas de cor da gordura subcutânea do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagem de milho (SM) ou cana-de-açúcar (CA) em dois níveis de concentrado

Variável	Volumoso		Relação volumoso: concentrado		CV <sup>1</sup> (%)
	SM	CA	60:40	40:60	
Cor (45 minutos)					
L*	77,28	77,34	77,47	77,15	1,10
a*	4,49	4,55	4,47	4,58	4,84
b*	5,56	5,34	5,59	5,31	4,42
Cor (24 horas)					
L*	78,51	78,58	78,62	78,47	0,75
a*	4,81	4,86	4,75	4,92	5,92
b*	5,81	5,56	5,87	5,50	9,67

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

<sup>1</sup>CV = coeficiente de variação.

L\* = luminosidade; a\* = teor de vermelho e b\* = teor de amarelo.

OLIVEIRA (2008), ao avaliar as características qualitativas da carne de tourinhos terminados em confinamento e alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar (var. SP 80-1816) e dois teores de concentrado (40 ou 60%), também não verificou efeito da relação volumoso:concentrado sobre a cor da gordura. Já, FERNANDES et al. (2008), ao analisarem as características da carne de bovinos terminados em confinamento, com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho como volumosos, observaram que os animais que receberam dieta contendo cana-de-açúcar tiveram gordura mais amarela ( $b^* = 8,47$ ) do que a dos alimentados com silagem de milho ( $b^* = 7,20$ ). Ao estudarem o efeito dos sistemas de produção sobre a qualidade da carne ovina, PRIOLO et al. (2002) e DÍAZ et al. (2002), trabalhando respectivamente com cordeiros Ile de France e Talaverana, verificaram que as dietas afetaram (P<0,05) os valores de L\* e b\*, sendo a gordura dos animais criados em pasto mais brilhante e amarela do que a dos confinados.

Importante salientar que a coloração amarela da gordura está relacionada ao acúmulo de carotenóides, sendo a luteína, o único carotenóide armazenado no tecido adiposo de ovinos (YANG et al., 1992; PRACHE et al., 2003a); e que cordeiros criados

em pasto apresentaram 5,5 vezes mais carotenóides no sangue, e 3,25 vezes mais luteína na gordura perirrenal do que os criados em confinamento (PRACHE & THERIEZ, 1999; PRACHE et al., 2003a,b).

Sendo assim, pode-se dizer que o valor de  $b^*$  verificado neste estudo não foi afetado pelas dietas, provavelmente devido à baixa concentração de luteína nas mesmas (Tabela 3). Segundo KNIGHT et al. (1996), as dietas com baixo teor de carotenóides, como grãos, feno e silagem, propiciam redução da cor amarela da gordura de bovinos, em função da diluição da cor da gordura. PRACHE et al. (2003a) reportaram ainda que a intensidade da absorção de luz pelo carotenóide armazenado na gordura de cordeiros confinados foi negativamente correlacionada com o período de confinamento, demonstrando ser este efeito mediado pela diluição da gordura de coloração branca (PRACHE et al., 2003b).

Os valores de capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção e força de cisalhamento da carne dos cordeiros terminados em confinamento constam da Tabela 7. Observa-se que não houve efeito ( $P>0,05$ ) das interações volumoso x relação volumoso:concentrado, volumoso x músculo, relação volumoso:concentrado x músculo e volumoso x relação volumoso:concentrado x músculo sobre estas características, nem efeito ( $P>0,05$ ) dos volumosos, relação volumoso:concentrado e músculos sobre a capacidade de retenção de água e perda de peso por cocção desta carne.

**Tabela 7** - Capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) dos músculos *Longissimus lumborum* (LL) e *Triceps brachii* (TB) de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagem de milho (SM) ou cana-de-açúcar (CA) em dois níveis de concentrado

Variável	Volumoso		Relação volumoso: concentrado		Músculo		CV <sup>1</sup> (%)
	SM	CA	60:40	40:60	LL	TB	
CRA (%)	58,94	57,82	58,34	58,42	59,04	57,72	5,59
PPC (%)	33,89	34,18	34,48	33,59	34,87	33,21	12,03
FC (kgf/cm <sup>2</sup> )	1,92	1,77	2,00	1,69	1,41b	2,28a	22,31

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

<sup>1</sup>CV = coeficiente de variação.

Nota-se que o valor médio encontrado para capacidade de retenção de água (58,38%) foi próximo aos 59,50% verificado por SEN et al. (2004) na carne de ovinos criados em condições semi-árida, recebendo dieta com relação volumoso:concentrado 50:50; e superior aos 52,81% obtido por ZEOLA et al. (2002) no músculo *Semimembranosus* de cordeiros Morada Nova, alimentados com 30, 45 ou 60% de concentrado.

Com relação à alimentação, há um possível aumento na capacidade de retenção de água da carne de animais alimentados com dietas ricas em proteína (VIPOND et al., 1995; SAÑUDO et al., 1998), e este fato foi verificado por ZEOLA et al. (2002), que ao avaliar a carne de cordeiros alimentados com dietas contendo 30, 45 e 60% de concentrado (17,82, 14,11 e 10,41% de proteína bruta, respectivamente), encontraram maiores capacidades de retenção de água na carne de cordeiros que receberam dietas com 45 e 60 % de concentrado (52,18 e 54,61%, respectivamente), em relação à daqueles que receberam dieta com 30% de concentrado (51,64%). OLIVEIRA (2008), ao avaliar as características qualitativas da carne de tourinhos terminados em confinamento com dietas contendo cana-de-açúcar (var. SP 80-1816) e dois teores de concentrado (40 ou 60%), com 12,82 e 14,95% de proteína bruta, respectivamente, também verificou que a capacidade de retenção de água foi maior na carne dos animais que receberam 60% de concentrado na dieta.

Dos músculos avaliados, apesar de não ter ocorrido diferenças entre os mesmos, notou-se que o *Longissimus lumborum* apresentou capacidade de retenção de água levemente superior a do *Triceps brachii*. Segundo Forcada (1985), citado por OSÓRIO et al. (2008), em ovinos, maiores capacidades de retenção de água correspondem aos músculos: semimembranoso, longuíssimo lombar, longuíssimo torácico e quadríceps femural; enquanto nos músculos dianteiros: supra-espinhal, infra-espinhal, serrátil do pescoço e peitoral profundo, esta capacidade é menor.

A perda de peso por cocção da carne dos cordeiros do presente trabalho (34,04%), foi inferior aos 37,63% obtidos por ZEOLA et al. (2002) no músculo *Semimembranosus* de cordeiros Morada Nova e aos 38,10% encontrados por YAMAMOTO (2006) no músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros 7/8 Ile de France

1/8 Ideal terminados em confinamento com dietas contendo 40% de silagem de milho e 60% de concentrado, com ou sem inclusão de 8% de silagens de resíduos de peixes.

Quanto ao tipo de músculo, BRESSAN et al. (2001), ao avaliarem a carne de cordeiros Bergamácia e Santa Inês, abatidos com diferentes pesos (15, 25, 35 e 45 kg), não constatarem diferenças entre os músculos *Longissimus dorsi* e *Semimembranosus*, com médias de 28,00% e 30,98%, respectivamente. De acordo com os autores supracitados, as variações entre os valores de perda por cozimento verificados em diferentes trabalhos, podem ser atribuídas principalmente a diferenças entre genótipos, condições de manejo no pré e pós-abate dos ovinos, bem como a metodologia no preparo das amostras, tais como a remoção ou padronização da capa de gordura externa e tipo de aquecimento, que pode afetar a temperatura no processo de cocção.

A força de cisalhamento não foi afetada pelas dietas ( $P > 0,05$ ), com média de 1,85 kgf/cm<sup>2</sup>, entretanto, houve efeito ( $P < 0,05$ ) dos músculos analisados. Os valores para os músculos *Longissimus lumborum* e *Triceps brachii* foram respectivamente, de 1,41 e 2,28 kgf/cm<sup>2</sup>. Por estes resultados, pode-se dizer que a carne desses cordeiros é macia, uma vez que segundo CEZAR & SOUSA (2007), carnes ovinas que apresentam valores de força de cisalhamento inferiores a 2,27 kgf/cm<sup>2</sup>, de 2,28 a 3,63 kgf/cm<sup>2</sup>, de 3,64 a 5,44 kgf/cm<sup>2</sup> e, acima de 5,44, podem ser classificadas como macia, de maciez mediana, dura e extremamente dura, respectivamente. Os resultados deste estudo corroboram com os achados de OLIVEIRA et al. (2004), que ao avaliarem a maciez da carne ovina, também constatarem que em cordeiros, o músculo *Longissimus dorsi* foi mais macio do que o *Triceps brachii*, com valores de 2,73 e 3,77 kgf/cm<sup>2</sup>.

Pelo fato da maciez estar também relacionada com as características do tecido conjuntivo, é válido ressaltar que o conteúdo de colágeno solúvel influencia a maciez da carne em animais de diferentes idades, enquanto o conteúdo total prediz diferenças na maciez entre músculos (RAMOS & GOMIDE, 2007). Nesse sentido, a maior solubilidade do colágeno da carne de cordeiros, em função da pouca idade, é que propicia carnes mais macias (DEVINE et al., 1993). Com relação à diferença da maciez entre músculos, TSCHIRHART-HOELSCHER et al. (2006), ao avaliarem 18 músculos de cordeiros, verificaram no *Longissimus lumborum* e no *Triceps brachii* conteúdo de

colágeno total de 2,60 mg/g e 5,00 mg/g, respectivamente. Entretanto, essa diferença não foi verificada no presente estudo (Capítulo 3), tendo os músculos *Longissimus lumborum* (2,60 mg/g) e *Triceps brachii* (2,30 mg/g) de colágeno total.

A diferença observada na força de cisalhamento dos músculos *Longissimus lumborum* (1,41 kgf/cm<sup>2</sup>) e *Triceps brachii* (2,28 kgf/cm<sup>2</sup>) pode ser então justificada pelas características das fibras musculares que constituem os mesmos, verificadas neste estudo (Capítulo 3), haja vista que o músculo *Triceps brachii* teve para todos os tipos de fibras musculares identificadas (SO, FOG e FG), maiores áreas e diâmetros do que o músculo *Longissimus lumborum*, originando carne mais texturizada, com a superfície menos lisa.

Pela Tabela 8 percebe-se que houve efeito ( $P < 0,05$ ) da interação volumoso x relação volumoso:concentrado sobre o teor de escatol da gordura dos cordeiros confinados.

**Tabela 8** – Teor de escatol ( $\mu\text{g/g}$  de gordura) da gordura subcutânea do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagem de milho (SM) ou cana-de-açúcar (CA) em dois níveis de concentrado

Variável	Volumoso	Relação volumoso:concentrado	
		60:40	40:60
Escatol	SM	0,79Aa	0,45Bb
	CA	0,38Bb	0,80Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

Apesar da diferença ocasionada pelas dietas, estes valores são muito baixos e podem ter ocorrido, uma vez que, quando os animais são criados em pasto e terminados em confinamento, passando a receber dietas com concentrado, depois de apenas duas semanas de fornecimento da nova dieta, a concentração de escatol nos tecidos é dramaticamente reduzida (VASTA & PRIOLO, 2006).

Do contrário, PRIOLO et al. (2001) citaram que a carne de ovinos criados, em sistemas mais extensivos de produção, teve maior concentração de escatol do que a dos animais terminados com concentrados. YOUNG et al. (2003), ao avaliarem o efeito

da dieta sobre a concentração de escatol na gordura de cordeiros Romney abatidos aos 132 ou 232 dias, verificaram que aos 132 dias, a dos cordeiros criados em pasto tiveram altas concentrações (41 ng/g), comparadas a dos animais que receberam alfafa e milho (3,5 e 9,0 ng/g, respectivamente); no entanto, aos 232 dias, pouca diferença foi verificada.

Pelas informações contidas nas Tabelas 9 e 10, nota-se que houve efeito ( $P < 0,05$ ) da interação volumoso x relação volumoso:concentrado sobre as características sensoriais da carne dos cordeiros. Observa-se que tanto o lombo quanto a paleta dos cordeiros alimentados com cana-de-açúcar e maior quantidade de concentrado (60%), obtiveram as maiores notas para todos os parâmetros sensoriais avaliados (sabor, textura, preferência e aceitação).

**Tabela 9** – Análise sensorial do lombo de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagem de milho (SM) ou cana-de-açúcar (CA) em dois níveis de concentrado

Variável	Volumoso	Relação volumoso:concentrado	
		60:40	40:60
Sabor	SM	7,53a	7,20b
	CA	7,73a	8,07a
Textura	SM	7,60a	7,33b
	CA	8,13a	8,53a
Preferência	SM	7,13a	7,27b
	CA	7,67a	8,20a
Aceitação	SM	7,33a	7,27b
	CA	7,93a	8,33a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste Não Paramétrico de Wilcoxon ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 10** – Análise sensorial da paleta de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagem de milho (SM) ou cana-de-açúcar (CA) em dois níveis de concentrado

Variável	Volumoso	Relação volumoso:concentrado	
		60:40	40:60
Sabor	SM	8,13Aa	7,40Bb
	CA	8,06Aa	8,26Aa
Textura	SM	8,06Aa	7,93Ab
	CA	8,13Aa	8,53Aa
Preferência	SM	8,06Aa	7,60Ab
	CA	8,13Aa	8,46Aa
Aceitação	SM	8,00Aa	7,46Ab
	CA	8,13Aa	8,26Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo Teste Não Paramétrico de Wilcoxon ( $P>0,05$ ).

MADRUGA et al. (2005) também observaram que a alimentação afetou as características sensoriais da carne de cordeiros Santa Inês, tendo a carne dos animais alimentados com palma forrageira, menores notas de textura, maciez, sabor, suculência e aparência. SAÑUDO et al. (1996), ao avaliarem as características sensoriais da carne de cordeiros da raça Rasa Aragonesa, terminados em confinamento, obtiveram notas de 6,62; 6,67; 6,83 e 6,60 para textura, suculência, sabor e satisfação. Vale ressaltar que no presente estudo, apesar do efeito favorável da cana-de-açúcar associado à maior quantidade de concentrado da dieta, as notas atribuídas pelos provadores, indicam que as carnes dos cordeiros tiveram boa aceitação.

#### 4. Conclusões

A cana-de-açúcar na alimentação de cordeiros em confinamento manteve a qualidade físico-química da carne, podendo ser utilizada nesta fase de produção.

A cana-de-açúcar associada a maior quantidade de concentrado na dieta, melhorou a qualidade sensorial da carne de cordeiros.

## 5. Referências

ARQUIMÈDE, H. 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.

BARROS, N. N. Acabamento de cordeiros em confinamento. Disponível em: <<http://www.cnpc.embrapa.br/confinamento.htm>>. Acesso em: 23 jun. 2004.

BRESSAN, M. C. et al. 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.

CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. **Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología y Alimenticia, 2000. 255p.

CARVALHO, P. R. N. et al. Comparison of provitamin A determination by normal-phase gravity-flow chromatography and reversed phase high performance liquid chromatography. **Chromatographia**, Wiesbaden, v. 33, p. 133-137, 1992.

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

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

DEVINE, C. E. Et al. The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. **Meat Science**, Kidlington, v. 35, n. 1, p. 63-77, 1993.

DÍAZ, M. T. et al. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 43, n. 3, p. 257-268, 2002.

FERNANDES, A. R. M. et al. 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. 139-147, 2008.

GARCIA-REGUEIRO, J. A.; DIAZ, I. Evaluation of the contribution of skatole, indole, androstenone and androstenols to boar-taint in back fat of pigs by HPLC and capillary gas chromatography (CGC). **Meat Science**, Amsterdam, v. 25, p. 307-316, 1989.

GARRIDO, M. D.; BAÑÓN, S. Medida del pH. In: CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. **Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2000. p. 145-155.

KNIGHT, T. W. et al. Effect of dietary vitamin A on plasma carotenoid concentrations and fat colour in Angus and Angus crossbred cattle. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 39, n. 2, p. 281-292, 1996.

KOOHMARAIE, M. et al. Acceleration of *post mortem* tenderization in lamb and Brahman-cross beef carcasses through infusion of calcium chloride. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68, n. 5, p. 1278-1283, 1990.

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

LYON, D. H. et al. **Guidelines for sensory analysis in food product development and quality control**. London: Chapman and Hall, 1992. 131p.

LYON, C. E. et al. Effects of carcass stimulation, deboning time, and marination on color and texture of broiler breast meat. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 7, n. 1, p. 53-60, 1998.

MOLENTO, M. B. et al. 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.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. **Nutrient requirements of sheep**. New York: National Academy Press, 1985. 99 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington: National Academy of Sciences, 1989. 158 p.

OLIVEIRA, E. A. **Desempenho, composição física das carcaças e qualidade da carne de tourinhos Nelore e Canchim terminados em confinamento**. 2008. 78 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

OLIVEIRA, I. 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.

OSÓRIO, M. T. M. et al. Avaliação instrumental da carne ovina. In: SILVA SOBRINHO, A. G. et al. **Produção de carne ovina**. Jaboticabal: Funep, 2008. p. 353-365.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. 2 ed. Goiânia: Centro Editorial e Gráfico Universidade de Goiás, 2001. 623 p.

PERLO, F. et al. Meat quality of lambs produced in the Mesopotamia region of Argentina finished on different diets. **Meat Science**, Kidlington, v. 79, n. 3, p. 576-581, 2008.

PRACHE, S.; THERIEZ, M. Traceability of lamb production systems: carotenoids in plasma and adipose tissue. **Animal Science**, Penicuik, v. 69, n. 1, p. 29-36, 1999.

PRACHE, S. et al. Persistence of carotenoid pigments in the blood of concentrate-finished grazing sheep: its significance for the traceability of grass-feeding. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 81, n. 2, p. 360-367, 2003a.

PRACHE, S. et al. Effect of concentrate finishing on the carotenoid content of perirenal fat in grazing sheep: its significance for discriminating grass-fed, concentrate-fed and concentrate-finished grazing lambs. **Animal Science**, Penicuik, v. 77, n. 2, p. 225-233, 2003b.

PRIOLO, A. et al. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. **Animal Research**, v. 50, p. 185-200, 2001.

PRIOLO, A. et al. Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. **Meat Science**, Kidlington, v. 62, n. 2, p. 179-185, 2002.

PURCHAS, R. W. On-farm factors affecting meat quality characteristics. In: PURCHAS, R. W.; BUTLER-HOGG, B. W.; DAVIES, A. S. **Meat production and processing**. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production, 1989. p. 159-172.

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

SAÑUDO, C. A. **La calidad organoléptica de la carne com especial referencia a la especie ovina. Factores que la determinam, metodos de medida y causas de variacion**. Zaragoza: Facultad de Veterinaria – Departamento Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, 1992. 117 p.

SAÑUDO, C. A. et al. Influencia del genótipo en la calidad de la carne del ternasco de Aragón. In: JORNADAS CIENTÍFICAS DE LA SOCIEDADE ESPAÑOLA DE OVINOTECNIA Y CAPRINOTECNIA, 16., 1992. Pamplona. **Anais...** Pamplona: SEOC, 1992. p. 473-479.

SAÑUDO, C. A. et al. Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production systems. **Meat Science**, Kidlington, v. 42, n. 2, p. 195-202, 1996.

SAÑUDO, C. A. et al. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. **Meat Science**, Kidlington, v.49, n.1, p.29-64, 1998.

SAS - Statistical Analysis Systems. 1996. **User's Guide**. North Caroline: SAS Institute Inc., 1996.

SEN, A. R. et al. Carcass yield, composition and meat quality attributes of sheep and goat under semiarid conditions. **Meat Science**, Kidlington, v. 66, n. 4, p. 757-763, 2004.

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.

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

SILVA SOBRINHO, A. G. Produção de carne ovina com qualidade. In: SIMPÓSIO DE QUALIDADE DA CARNE, 2, 2005, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 2005. 25 p.

SOUZA, X. R. et al. Efeitos do grupo genético, sexo e peso ao abate sobre as propriedades físico-químicas da carne de cordeiros em crescimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 543-549, 2004.

TSCHIRHART-HOELSCHER, T. E. et al. Physical, chemical, and histological characteristics of 18 lamb muscles. **Meat Science**, Kidlington, v. 73, n. 1, p. 48-54, 2006.

VASTA, V.; PRIOLO, A. Ruminant fat volatiles as affected by diet. A review. **Meat Science**, Kidlington, v. 73, p. 218-228, 2006.

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.

VIPOND, J. E. et al. Effects of clover and milk in the diet of grazed lambs on meat quality. **Animal Science**, Neston, v. 60, n. 2, p. 231-238, 1995.

YAMAMOTO, S. M. **Desempenho e características da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento com dietas contendo silagens de resíduos de peixes**. 2006. 106 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

YANG, A. et al. Carotenoid and retinal concentrations in serum, adipose tissue and liver and carotenoids transport in sheep, goats and cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 43, n. 8, p. 1809-1817, 1992.

YOUNG, O. A. et al. Fat-borne volatiles and sheep meat odour. **Meat Science**, Kidlington, v. 45, n. 2, p. 183-200, 1997.

YOUNG, O. A. et al. Pastoral and species flavour in lambs raised on pasture, lucerne or maize. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, p. 93-104, 2003.

ZEOLA, N. M. B. L. et al. Influência de diferentes níveis de concentrado sobre a qualidade da carne de cordeiros Morada Nova. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 97, n. 544, p. 175-180, 2002.

## CAPÍTULO 5 – IMPLICAÇÕES

A avaliação do uso de dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* na alimentação de cordeiros confinados e seus efeitos sobre as características qualitativas da carne ovina foi o principal motivo deste estudo.

A utilização de dietas contendo cana-de-açúcar variedade IAC 86-2480 associada a alimentos concentrados, além de proporcionar adequado desempenho para cordeiros Ile de France, originaram carnes de ótima qualidade, verificada pelas características nutricionais, físico-químicas e sensoriais das mesmas. Diante de todas essas vantagens, e frente à elevada exigência do mercado consumidor em relação à carne ovina, recomenda-se o uso de tais dietas em sistemas intensivos de produção de ovinos de corte.

Sugere-se avaliar o uso de variedades industriais de cana-de-açúcar na alimentação de cordeiros, visando ampliar ainda mais a utilização deste tipo de forrageira. Embora já se conheça algumas possibilidades de uso da cana-de-açúcar associada a alimentos concentrados na terminação de cordeiros em confinamento, há necessidade da realização de novos estudos que avaliem também a eficiência destas dietas em sistemas semi-intensivos de produção de ovinos, buscando baratear os custos de produção de cordeiros, e tornar a atividade mais viável para o produtor rural.

Acredita-se que os resultados aqui obtidos, juntamente com os de futuras pesquisas nessa área, contribuirão decisivamente para a produção de carne de cordeiro de qualidade.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)