

**CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS,
SENSORIAIS E QUALITATIVAS DA CARNE DE
CORDEIROS**

SIBELLI PASSINI BARBOSA FERRÃO

2006

SIBELLI PASSINI BARBOSA FERRÃO

**CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS, SENSORIAIS E
QUALITATIVAS DA CARNE DE CORDEIROS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação “*Stricto Sensu*” em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientadora

Profa. Dra. Maria Cristina Bressan

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2006**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Ferrão, Sibelli Passini Barbosa

Características morfométricas, sensoriais e qualitativas da carne de
cordeiros / Sibelli Passini Barbosa Ferrão – Lavras: UFLA, 2006.

175p.: il.

Orientadora: Maria Cristina Bressan

Tese (Doutorado) – UFLA

Bibliografia.

1. Ovino. 2. Carne. 3. Qualidade. 4. Morfometria. 5. Análise Sensorial.
Ácidos Graxos. I Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.92

SIBELLI PASSINI BARBOSA FERRÃO

**CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS, SENSORIAIS E DE
QUALITATIVAS DA CARNE DE CORDEIROS**

Tese apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Programa
de Pós-Graduação “Stricto Sensu” em Ciência dos
Alimentos, para obtenção do título de “Doutor”.

Aprovada em 12 de maio de 2006

Prof. Juan Ramon Olalquiaga Pérez	UFLA
Profa. Suely de Fátima Costa	UFLA
Prof. Afonso de Liguori Oliveira	UFMG
Prof. José Luis Contado	UFLA

Profa. Dra. Maria Cristina Bressan
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

DEDICO

Ao meu amado e querido esposo, Iram, que esteve ao meu lado em todos os momentos, sempre me apoiando e incentivando, e à grande Luz que brilha hoje dentro de mim.

À minha família, por ter acreditado em meus sonhos.

À Deus, por ter sempre me guiado pelos melhores caminhos.

AGRADECIMENTOS

Aos animais, pois sem eles eu não estaria aqui hoje.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia pelo suporte financeiro e concessão da bolsa de estudos.

À Profa. Dra. Maria Cristina Bressan pela orientação e, acima de tudo, pela amizade, confiança e ensinamentos ao longo dessa caminhada.

Ao Prof. Dr. Juan Ramon Olalquiaga Pérez pela oportunidade, confiança e amizade.

Ao grande amigo Rodrigo Palomo pelo companheirismo e paciência em todos os momentos, de luta e de alegria.

Aos queridos e inesquecíveis amigos Peter e Josye, por toda amizade, carinho e ajuda.

Aos amigos do “Grupo da Carne”, Érika, João Paulo, João Vicente, Josye, Líliam, Milena, Nelma, Pan, Patrícia, Sandra e Xisto, pela ajuda, amizade, convívio e aprendizado, sem os quais seria impossível a realização desse trabalho.

Ao Prof. Paulinho, pelo apoio na realização das análises sensoriais.

Aos laboratoristas e funcionários da UFLA, Tina, Sandra, Creusa, Aleida, Helena, Seu Batista, Rodrigues, Cidinha e Sr. Miguel, por toda a atenção e dedicação disponibilizadas em cada trabalho executado.

À Universidade Federal de Goiás, nas pessoas adoráveis de Ruy e Flávia, pelos ensinamentos, colaboração e hospitalidade durante as análises.

Ao amigo Sérgio, pela ajuda na realização das análises na ESALQ, Piracicaba.

A todos os amigos da pós-graduação conquistados e que contribuíram, de alguma forma, para uma melhor convivência durante nesse período.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	iii
CAPÍTULO 1	1
1 INTRODUÇÃO GERAL	2
2 REFERENCIAL TEÓRICO	5
2.1 Considerações gerais	5
2.2 A raça Santa Inês	7
2.3 A Cana-de-açúcar	8
2.4 A Polpa cítrica	10
2.5 Parâmetros de qualidade da carne ovina	11
2.5.1 Composição centesimal	12
2.5.1.1 Umidade	12
2.5.1.2 Proteína	13
2.5.1.3 Minerais	14
2.5.1.4 Lipídeos	15
2.5.2 Colesterol	16
2.5.3 Parâmetros físico-químicos da carne	18
2.5.3.1 Cor	18
2.5.3.2 Capacidade de retenção de água	21
2.5.3.3 Perdas de peso ao cozimento	22
2.5.3.4 Maciez	23
2.5.3.5 pH	24
2.5.4 Ácidos graxos	26
2.5.4.1 Estrutura, classificação e propriedades	26
2.5.4.2 Metabolismo dos lipídeos em ruminantes	31
2.5.5 A fibra muscular	34
2.5.6 Características sensoriais	41
3 METODOLOGIA GERAL	45
3.1 Condução a campo	45
3.2 Tratamentos de alimentação	46
3.3 Abate	48
3.4 Coleta das amostras	49
3.5 Delineamento experimental e análise estatística	49

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
CAPÍTULO 2 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL	65
RESUMO	66
ABSTRACT	67
1 INTRODUÇÃO	68
2 MATERIAL E MÉTODOS	70
2.1 Composição centesimal	70
2.1.1 Umidade	70
2.1.2 Proteína	70
2.1.3 Lipídeos totais	71
2.1.4 Cinzas	71
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
4 CONCLUSÕES	78
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
CAPÍTULO 3 – FÍSICO-QUÍMICA	82
RESUMO	83
ABSTRACT	84
1 INTRODUÇÃO	85
2 MATERIAL E MÉTODOS	87
2.1 Análises físico-químicas	87
2.1.1 pH	87
2.1.2 Cor	88
2.1.3 Perda de peso por cozimento (PPC)	88
2.1.4 Força de cisalhamento (FC)	89
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	90
3.1 pH	90
3.2 Cor	94
3.3 PPC e FC	97
4 CONCLUSÕES	101
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102

CAPÍTULO 4 – MORFOMETRIA DAS FIBRAS MUSCULARES E DO TECIDO CONJUNTIVO	106
RESUMO	107
ABSTRACT	108
1 INTRODUÇÃO	109
2 MATERIAL E MÉTODOS	111
2.1 Preparo das peças	111
2.2 Colorações	111
2.3 Estudo das fibras e do tecido conjuntivo	112
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	117
4 CONCLUSÕES	126
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
CAPÍTULO 5 – PROPRIEDADES SENSORIAIS	130
RESUMO	131
ABSTRACT	132
1 INTRODUÇÃO	133
2 MATERIAL E MÉTODOS	135
2.1 Preparo das amostras	135
2.2 Análise sensorial	135
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	138
4 CONCLUSÕES	143
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	144
CAPÍTULO 6 – COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS E COLESTEROL	147
RESUMO	148
ABSTRACT	149
1 INTRODUÇÃO	150
2 MATERIAL E MÉTODOS	152

2.1 Extração e determinação de colesterol e perfil de ácidos graxos	152
2.1.1 Determinação do colesterol	152
2.1.2 Determinação do perfil de ácidos graxos	153
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	155
4 CONCLUSÕES	170
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	171

RESUMO

FERRÃO, Sibelli Passini Barbosa. **Características morfométricas, sensoriais e qualitativas da carne de cordeiros**. 2006. 175p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹

Este trabalho teve como objetivo estudar a qualidade da carne de 21 cordeiros da raça Santa Inês, abatidos aos 35kg, e alimentados com três dietas à base de silagem de cana-de-açúcar e polpa de *citrus*, diferenciando-se apenas em seus níveis de concentrado: volumoso (100:0; 75:25; 50:50). Realizou-se o experimento de campo no Setor de Ovinocultura do DZO da UFLA, Lavras/MG. Após jejum e dieta hídrica de 16h, os animais foram submetidos ao abate convencional e as carcaças permaneceram em câmara fria a -2°C/24h. Durante esse período foi realizada a leitura de pH às 1, 3, 6, 12 e 24 horas nos músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM), que foram posteriormente retirados para as análises de composição centesimal (umidade, proteína bruta, lipídeos totais e cinzas), cor, perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), colesterol, composição de ácidos graxos, diâmetro das fibras musculares e conteúdo de tecido conjuntivo. Para a análise sensorial foi utilizado apenas o músculo *longissimus dorsi* (LD). As análises foram realizadas no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da UFLA, Lavras/MG; no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da UFLA, Lavras/MG; no Laboratório de Histologia do Departamento de Medicina Veterinária (DMV) da UFLA, Lavras/MG; no Instituto de Patologia Tropical e Saúde da Universidade Federal de Goiás, Goiânia/GO; e no Laboratório de Pesticidas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-ESALQ/USP, Piracicaba/SP. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado e as médias das variáveis foram analisadas pelo Proc Mixed do programa estatístico SAS. Para as medidas de pH, foi utilizada parcela subdividida nas horas. A composição centesimal do músculo LD não foi influenciada pelas diferentes dietas e, para o músculo SM, apenas o percentual de lipídeos foi significativo. Os animais apresentaram curva de queda do pH normal, e a cor não foi afetada pelos diferentes níveis de concentrado da dieta. A dieta 50:50 favoreceu maiores PPC para o músculo LD e resultados mais elevados de FC para os músculos LD e SM. Não houve diferença significativa para o teor de colesterol nos dois músculos, e as diferentes dietas demonstraram efeito sobre alguns ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados. O diâmetro das fibras musculares não foi afetado no músculo LD, mas no SM a dieta 100:0 propiciou maior diâmetro em relação às outras dietas. Nos músculos LD e SM de animais alimentados com a dieta 75:25 teores significativos do

conteúdo de tecido conjuntivo foram observados. Frente a um painel sensorial treinado não foi possível detectar diferença entre as dietas para os atributos de sabor, maciez e suculência, mas a para aparência e o aroma diferenças significativas foram identificadas entre as dietas 100:0 e 50:50, onde a dieta 100:0 recebeu a menor pontuação para esses parâmetros.

¹Comitê de Orientação: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora); Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA; Suely de Fátima Costa - UFLA

ABSTRACT

FERRÃO, Sibelli Passini Barbosa. **Morfometrics, sensorial and qualitative characteristics of meat of lambs**. 2006. 175p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹

The objective of this work was to study the quality of meat of 21 lambs of Saint Inês breed, slaughtered with 35kg, and fed with three diets having sugar cane ensilage and pulp of *citrus* as a base, differing only on its proportions of concentrated:forrage (100:0; 75:25; 50:50). The field experiment was carried out at the Sector of Ovinocultura of DZO of UFLA, Lavras/MG. After fasting and water diet of 16h, the animals were slaughtered and the carcasses were cooled at -2°C/24h. During this period, the pH was measured within 1, 3, 6, 12 and 24 hours in the muscles *longissimus dorsi* (LD) and *semimembranosus* (SM). Then they were removed for centesimal composition (humidity, gross protein, total lipids and ashes), color, cooking loss (PPC), shearing force (FC), cholesterol, fatty acid composition, diameter of muscle fibers and connective tissue content analyses. For sensorial analysis it was used *longissimus dorsi* (LD) muscle. The analyses were carried out at the Food Science Department (DCA) of UFLA, Lavras/MG; Laboratory of Sensorial Analysis of Food Science Department (DCA) of UFLA, Lavras/MG; Laboratory of Histologia of Department of Medicina Veterinária (DMV) of UFLA, Lavras/MG; Institute Tropical Patologia and Health of Federal University of Goiás, Goiânia/GO; and Pesticide Laboratory of Superior School of Agriculture "Luiz de Queiroz"-ESALQ/USP, Piracicaba/SP. The experimental delineation was entirely randomized and the variables averages were analysed by Proc Mixed of SAS statistical program. Split plot was used to pH values. The centesimal composition of muscle LD was not influenced by the different diets and for muscle SM, only the percentage of lipids was significantly affected by diet. The animals have presented normal decrease of pH, and the color was not affected by the different levels of concentrated of the diet. Diet 50:50 was related to higher PPC for muscle LD and higher FC for muscles LD and SM. There was not significant difference for the cholesterol taxes in the two muscles, and the different diets have demonstrated effect on some saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids. The diameter of muscle fibers was not affected in LD muscle, but SM muscle was affected more by diet 100:0, presenting larger diameter in comparison to the other diets. In muscles LD and SM of animals fed with diet 75:25 significant taxes of connective tissue content have been observed. The trained sensorial panel was not capable of detecting differences related to taste, tenderness and juiciness attributes between the diets, but

appearance and flavor showed significant differences between diets 100:0 and 50:50, and diet 100:0 had the lower scores for these parameters.

¹Guidance Committee: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora); Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA; Suely de Fátima Costa - UFLA

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

A ovinocultura, durante longo tempo, objetivou a produção de lãs finas, atendendo à demanda do mercado. Com o advento das fibras sintéticas e o conseqüente retração do mercado, o produtor foi compelido à exploração das raças de dupla aptidão (carne e lã). A espécie ovina, embora em menor importância que a bovina, contribui para satisfazer às exigências dietéticas frente ao crescimento populacional, com melhoramento dos níveis nutricionais e da qualidade de vida (Monteiro, 1998). Além disso, essa atividade viabiliza a manutenção do pequeno e médio produtor agropecuário, gera empregos e fixa o trabalhador no meio rural, garantindo a biodiversidade (Fernandes & Oliveira, 2001).

A ovinocultura mundial possui cerca de 1 bilhão de cabeças, com uma produção aproximada de 11.548.850 toneladas de carne ao ano; a China ocupa a primeira posição, com uma produção em torno de 2.420.000 toneladas, enquanto o Brasil possui uma produção de 76.000 toneladas de carne, ocupando a 14^a posição como produtor mundial de ovinos e caprinos (FAO, 2002).

Segundo dados do ANUALPEC (2005), o rebanho ovino do Brasil em 2003 era da ordem de 14.528.193 de cabeças. Destas, cerca de 8,23 milhões (56,67%) encontram-se na região Nordeste, 4,62 milhões (31,82%) na região Sul, 734.509 (5,05%) na região Centro-Oeste, 493.478 (3,40%) na região Sudeste e 444.827 (3,06%) na região Norte. Nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste há predominância de ovinos deslanados, enquanto nas regiões Sudeste e Sul predominam os ovinos lanados. Esse rebanho é responsável apenas por 1% da produção mundial de ovinos, mas o país apresenta potencial para a expansão da ovinocultura, devido às dimensões de seu território e à possibilidade de produção de forragens e de grãos. Além disso, para o Nordeste

brasileiro, a ovinocultura representa uma alternativa econômica, em função da adaptação dos animais às condições climáticas da região (Monteiro, 1998; Zapata et al., 2000; Souza, 2001).

Atualmente, é possível constatar um crescimento leve no consumo da carne ovina pelos brasileiros. Isso se deve às importações do Mercosul, a um grande incremento na produção de carne ovina por produtores brasileiros e também a um menor preconceito com esta carne por parte dos consumidores (Silva, 2002).

No entanto, nessa cadeia produtiva são identificados alguns problemas, tais como: irregularidade na oferta; carne com percentuais elevados de gordura e cortes que não mantêm os padrões de qualidade, como maciez, cor e suculência (Zeola, 2002). Isso resulta em insatisfação da indústria (pois maior quantidade de gordura na carcaça determina menor rendimento e menor retorno econômico do produtor) e do consumidor (pois o produto adquirido não atende às expectativas). Possivelmente, as variações nos atributos de qualidade da carne e nos aspectos de rendimento de carcaça sejam decorrentes da necessidade em adaptar rebanhos (matrizes com aptidão para lã para a aptidão de carne), incrementando a produção de rebanhos com carcaças menos desenvolvidas.

A composição e a qualidade da carne atualmente são características importantes para se determinar a aceitação de novas raças e cruzamentos, além da aplicação de novos métodos de manejo e sistemas de produção animal (Zapata et al., 2000).

Os aspectos de manejo e alimentação, associados a fatores intrínsecos, como peso ao abate e/ou idade, sexo e grupo genético, podem ser trabalhados de forma a influenciar positivamente a qualidade da carne (Souza, 2001). A possibilidade em intensificar a produção, visando a obtenção de animais precoces com grandes quantidades de massas musculares, segundo Siqueira (1999) e Pires et al. (2000), é através do uso de confinamento de cordeiros nas

fases de cria e terminação. Além disso, a dieta que apresenta o custo mais baixo é, na maioria das vezes, aquela com proporções elevadas de concentrado (Susin, 2001).

Com relação às características de qualidade de carne, os ovinos da raça Santa Inês encontram-se bem caracterizados em condições adequadas de nutrição, restrição pré e pós-natal (Rebello, 2003), diferentes cruzamentos (Maturano, 2003), diferentes idades ao abate (Pérez et al., 2002; Bressan et al., 2001) e sexo (Souza et al., 2002). Mas, os parâmetros de qualidade de carne, bem como as propriedades sensoriais e as características morfométricas das fibras musculares associadas a manejos alimentares com percentuais elevados de concentrado e reduzidos de volumoso foram pouco estudados.

No presente trabalho, o objetivo foi avaliar o efeito de diferentes dietas a base de silagem de cana-de-açúcar e polpa de *citrus* na composição centesimal (proteína, umidade, gordura e cinzas), nos parâmetros físico-químicos (pH, força de cisalhamento, perda de peso por cozimento e cor), no perfil de ácidos graxos e teor de colesterol, nas características morfométricas das fibras musculares e nas características sensoriais da carne de cordeiros da raça Santa Inês.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Considerações gerais

A população mundial de ovinos é de aproximadamente 1,168 bilhão de cabeças, sendo que a Austrália, Nova Zelândia e Uruguai são grandes produtores e exportadores de carne e produtos derivados. No Brasil, a ovinocultura vem crescendo, consideravelmente, em todas as regiões do país, tendo se destacado nas regiões do Centro-Oeste e Nordeste. No Nordeste, o rebanho ovino deslanado encontra-se localizado em todos os estados, sendo os maiores efetivos de rebanho encontrados na Bahia, Ceará e Piauí, os quais representam 78% do efetivo regional, tendo o estado da Bahia o maior rebanho de ovinos, com aproximadamente 2,8 milhões de cabeças (Silva, 2002).

O consumo de carne ovina no Brasil é de 0,7kg/*per capita*/ano, elevando-se no Rio Grande do Sul para 2,9 e, em alguns municípios gaúchos, chegando a 31kg/*per capita*/ano (Zeola, 2002). Na região Nordeste, o consumo *per capita* anual de carne caprina e ovina é da ordem de 1,5kg. Entretanto, o consumo *per capita* de carne caprina/ovina no eixo Petrolina-PE/Juazeiro-BA chega a 11,37kg/ano e 10,81kg/ano, respectivamente (Silva, 2002).

A produção ovina é praticada por um grande número de produtores com diferentes produtividades (predomínio de médios e grandes produtores), onde não é clara a existência daqueles que fazem recria ou terminação. As dietas empregadas são variáveis, utilizando pasto e alimentos concentrados como suplemento, a fim de se obter carcaças de qualidade superior (Silva, 2002).

As fontes de variação na quantidade e qualidade das carcaças são: a) genótipo: de acordo com a aptidão da raça (carne ou lã), as carcaças podem apresentar diferentes rendimentos nos componentes no peso vivo, podendo

receber diferentes preços (Mendonça et al., 2003); b) manejo alimentar: segundo Oliveira et al. (1996), na adequada terminação de cordeiros as raças utilizadas são responsáveis por 30% da expressão das características organolépticas (coloração, maciez, suculência e sabor) e 70% dependem do manejo dispensado ao cordeiro.

As variações nos atributos de qualidade da carne, dos cortes e rendimento de carcaça são decorrentes de: condições zootécnicas, como raça ou cruzamento genético (Schönfeldt et al., 1993; Bressan et al., 2001; Mendonça et al., 2003), idade e/ou peso ao abate (Solomon et al., 1980; Sañudo et al., 1996; Madruga et al., 2000; Pérez et al., 2002; Bonagurio, et al., 2003; Maturano, 2003); expressão genética dos tipos de fibras musculares (Ashmore, 1974; Seideman & Crouse, 1986; Calkins et al., 1981, Koomaraie et al., 1995); nutrição (Field et al., 1983; Fahmy et al., 1992; Rebello, 2003); e condições de abate no *ante mortem* (Weeler & Koomaraie, 1994) e no *post mortem* (Shorthose, 1978; Cornforth et al., 1980). Alguns desses aspectos podem ser trabalhados, entendidos e melhorados a fim de aumentar o rendimento e a qualidade da carne (Souza, 2001). Dentre esses, Zapata et al. (2000) descreveram ainda, a aplicação de novos métodos de manejo e sistemas de produção animal.

A padronização da carne também pode ser feita a partir do peso dos animais. Entretanto, a grande dificuldade é estabelecer o peso ideal, pois existem raças tardias, que atingem peso com maior tempo de vida e raças precoces, que depositam gordura em suas carcaças de forma mais rápida (Rebello, 2003). Quando se fala em padronização e qualidade da carne, muitos fatores estão relacionados e, entre eles, destacam-se as preferências individuais, o comportamento religioso, os fatores econômicos e a relação alimento x saúde (Young et al., 1994). Mudanças nas atitudes e preferências dos consumidores de

carne têm levado os produtores e indústrias a reavaliar o tipo de carne produzida, bem como os métodos empregados para esta produção.

Para fazer frente a um mercado competitivo e globalizado, e atender à atual demanda dos consumidores, as pesquisas na área de carne estão direcionadas para o aumento da massa muscular e hipertrofia das fibras musculares, diminuição do teor de gordura e colesterol e modificação no perfil de ácidos graxos (Browning et al., 1990). Dentre as estratégias utilizadas com este objetivo, destacam-se a escolha da raça, da dieta, do sexo dos animais e do uso de promotores de crescimento (Monteiro, 1998); a necessidade em intensificar a produção (Garcia et al., 2000) e, o uso de confinamento, que permite o controle da ingestão de alimentos e o desfrute programado (Pires et al., 2000).

2.2 A raça Santa Inês

A raça Santa Inês, característica do Nordeste brasileiro, é considerada como sendo resultante de cruzamentos seguidos por períodos de seleção e evolução que resultaram em ausência de lã. Não se sabe ao certo como esta raça surgiu, mas alguns estudos indicam que seria o resultado da fusão dos patrimônios genéticos de forma alternada e desordenada das raças mais antigas no Nordeste, como Morada Nova (variedades vermelhas e brancas), Bergamácia e, em menor escala, a Somalis. Dessa mestiçagem surgiram, na Bahia, animais de pelagem vermelha, com o nome de “pele de boi”, oriundos de um rebanho Morada Nova vermelho vindo do Ceará e introduzido pela Secretaria de Agricultura do Estado, em 1948. Mestiços de pelagem branca com o nome Santa Inês surgiram posteriormente em Alagoas. Os mestiços de pelagem preta e chitada surgiram concomitantemente neste estado, porém, em menor escala e não recebiam nenhuma denominação especial. A Associação Brasileira de

Criadores de Ovinos, num encontro realizado em 1977, em Fortaleza, visando estabelecer o registro genealógico dos tipos de raças ovinas do Nordeste, resolveu eliminar, em parte, a confusão dos mestiços, englobando-os com a denominação de Santa Inês. O padrão elaborado e aprovado criou quatro tipos de pelagem, dando margem para qualquer mestiço ser enquadrado como pertencente à raça (Rebello, 2003).

Os ovinos Santa Inês possuem características bem peculiares. Os cordeiros nascem em média com 3 kg, atingindo 23 kg aos 112 dias. Quando adultos, os machos chegam a pesar de 80 a 100 kg e as fêmeas de 60 a 70Kg. Além disso, os ovinos Santa Inês são de grande porte, com boa aptidão para a produção de carne associada à elevada rusticidade, com boa adaptação ao clima quente, permitindo a exploração da raça com eficiência, em ambientes de clima/vegetação em que não ocorra e/ou até não seja possível a exploração intensiva de pastagens (Souza, 2001; Rebello, 2003).

Os animais da raça Santa Inês apresentam maiores velocidades de crescimento em relação aos demais ovinos deslanados (Silva Sobrinho, 1990). Segundo Corradelo (1988), a raça vem demonstrando ser muito promissora para a produção de carne, pois apresenta precocidade, alto rendimento de carcaça e grande resistência a doenças ambientais.

2.3 A Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum ssp*) é originária da Nova Guiné e foi introduzida no Brasil em 1500 pelos portugueses. A primeira exportação de açúcar data de 1526 e, desde então, é uma cultura muito desenvolvida no Brasil, estando entre os maiores produtores mundiais, juntamente com Cuba e Índia (Barnes, 1974).

O uso da cana-de-açúcar na alimentação de bovinos é uma prática comum em diversas partes do mundo (Martin, 1997). Essa difusão do uso da cana-de-açúcar se deve às diversas características desejáveis que a planta possui, tornando uma opção viável para a alimentação de animais ruminantes. Entre essas características, pode-se destacar a facilidade de cultivo, abundância de açúcares solúveis de alta digestibilidade, amplo período para realização do corte e baixo nível de fibra não digestível (FDN), comparável à silagem de milho, que é considerada uma forrageira altamente energética (Preston, 1984; Andrade, 1999; Mendonça, et al., 2001).

Embora a cana-de-açúcar apresente características que sugerem sua viabilidade na alimentação de animais de alta produção, grande parte dos trabalhos existentes na literatura foi conduzida com dietas pobres em concentrado e com baixo desempenho animal. A tecnologia de uso de cana que foi difundida aos produtores rurais brasileiros, baseia-se em experimentos de baixo desempenho animal ou baixos ganhos no período da seca (Oliveira, 1985).

Fatores como excesso de produção ou disponibilidade de mão-de-obra e máquinas para o seu corte diário podem favorecer uma decisão pela ensilagem da cana-de-açúcar, apesar da menor digestibilidade e consumo da cana ensilada, quando comparada com a cana *in natura* (Rodrigues et al., 1997). A utilização da silagem da cana-de-açúcar em animais de alta produção pode ser uma estratégia que permita a obtenção de grandes produções por área. O uso da silagem de cana em dietas com alto nível de inclusão de concentrados pode reduzir o efeito depressivo da silagem de cana sobre o consumo e permitir que o consumo não seja um fator limitante do desempenho animal (Pinto et al., 1994; Pascoal et al., 1988).

2.4 A Polpa cítrica

No início do século XX foram realizados os primeiros experimentos com o uso de resíduos cítricos na alimentação animal. Esses resíduos consistiam de frutas frescas descartadas ou fora de padrão para a comercialização. Porém, a rápida fermentação e a posterior degradação do material úmido exigiram o desenvolvimento de técnicas adequadas de preservação deste material. Assim, a produção comercial da polpa cítrica desidratada teve início na Flórida na década de 30 (Carvalho, 1995). Alguns pesquisadores verificaram que os produtos eram de alta palatabilidade para os animais (Wing, 1982) e iniciaram os estudos na forma úmida.

Polpa cítrica seca é um subproduto do processamento industrial de cítricos que pode ser usada como alimento para ruminantes. Sua composição nutritiva é influenciada por vários fatores, incluindo a origem das frutas e tipo de processamento (Ammerman & Henry, 1991). Corresponde a cerca de 50 % da matéria natural presente na laranja, sendo de pouca utilização para a alimentação de ruminantes no período inicial da sua extração devido à sua excessiva umidade. Inicialmente, a polpa cítrica era utilizada na alimentação de ruminantes na forma de silagem, devido ao seu pequeno percentual de matéria seca, acarretando alto custo de transporte (Grasser et al., 1995).

A polpa cítrica é considerada um alimento concentrado energético, rico em pectina, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e cálcio, e pobre em proteína bruta (PB) e fósforo. Apresenta características de fermentação peculiares devido ao seu alto teor de fibra e pectina, que a torna um alimento muito utilizado em dietas para animais de alta exigência nutricional (Bruno Filho et al., 2000). Loosli et al. (1971) e Fegeros et al. (1995) caracterizaram a polpa cítrica como um alimento concentrado rico em fibra, tendo cerca de 85 % da energia digestível do milho.

Um importante benefício da utilização de subprodutos fibrosos se refere ao seu baixo custo. O custo alimentar é a principal variável para a avaliação de utilização ou não do alimento na dieta de animais de produção. Uma estratégia primária que gera grande sucesso na alimentação de animais de produção é a redução do custo alimentar e a manutenção da produção (Grasser et al., 1995).

A adição de grandes quantidades de concentrados na dieta de ruminantes determina aumento na taxa de passagem da digesta pelo rúmen, acarretando menor tempo de colonização da população microbiana e menor digestibilidade da fibra em decorrência do aumento nas proporções de carboidratos prontamente disponíveis e fermentáveis (Valadares Filho et al., 2000). Além disso, a redução nos níveis de fibra nas dietas pode ser prejudicial à digestibilidade total dos alimentos, pois a fibra é importante para a manutenção das condições do rúmen, estimula a mastigação e mantém o pH em níveis adequados para a atividade microbiana (Allen, 1997).

2.5 Parâmetros de qualidade da carne ovina

O termo "qualidade da carne" é empregado e interpretado de diferentes maneiras, segundo o ponto de vista e interesse do produtor, da indústria, do comércio e do consumidor. A qualidade da carne pode ser determinada subjetivamente através dos atributos sensoriais e, em um sentido mais amplo, pode ser avaliada sob parâmetros como: estrutura morfológica, composição química, propriedades físicas, propriedades sensoriais e valor nutritivo (Roça, 1993).

2.5.1 Composição Centesimal

A carne ovina se caracteriza pela natureza das proteínas que a compõem, não somente do ponto de vista quantitativo como qualitativo. Além de sua riqueza em aminoácidos essenciais, ela contém umidade, gordura, vitaminas, glicídios e sais minerais. A composição química da carne ovina apresenta valores médios de 75% de umidade, 19% de proteína, 4% de gordura, 1,1% de matéria mineral, menos que 1% de carboidratos e vitaminas em quantidades traços (Zeola, 2002). Avaliando o efeito de raça e grupo de peso sobre a composição centesimal de carne ovina, Pérez et al. (2002) encontraram valores de umidade variando de 73,95 a 76,9%, lipídeos de 5,6% a 10,8% e cinzas 4,0% a 5,2% para a raça Bergamácia e umidade de 72,9% a 76%, lipídeos de 7,0% a 13,3% e cinzas de 3,8% a 4,5% para a raça Santa Inês, não relatando diferença significativa entre ambas. Bonagurio (2001), estudando o efeito do peso de abate sobre a composição centesimal de animais da raça Santa Inês e cruzas Santa Inês x Texel, encontrou que as cinzas e a umidade diminuíram com o peso de abate (variações de 74,31 a 76,09%), e o extrato etéreo aumentou (variações de 3 a 14%).

2.5.1.1 Umidade

Dentre os componentes do tecido muscular, a água é o maior constituinte, e seu teor é inversamente proporcional ao conteúdo de gordura. A água existente nos tecidos apresenta proporções variáveis entre 71% e 76 %, sendo esse valor constante de um músculo para o outro no mesmo animal e mesmo entre espécies. Considera-se que as moléculas de água se localizam em três regiões ao redor da molécula de proteína: a) uma primeira camada de hidratação está na interação predominante de íons dipolo entre as moléculas de

água orientadas e os grupos carregados da superfície da proteína (água de ligação); b) uma segunda camada de hidratação (água de imobilização) atenua os efeitos de orientação das moléculas que gradativamente se convertem e c) uma região de água livre, representando 5%, 10% e 85%, respectivamente (Correia & Correia, 1989; Maturano, 2003).

A água constitui o meio fluído do organismo animal, funcionando como meio de transporte de nutrientes, metabólitos, hormônios e excretas, sendo também sede de reações químicas e processos metabólicos. Sendo tão abundante, tem grande influência na qualidade da carne, como na sua suculência, textura, cor e sabor, e nos processamentos que a mesma irá sofrer, como resfriamento, congelamento, salga, cura, enlatamento, entre outros. Além disso, a água presente no músculo exerce influência sobre o rendimento da carcaça (perda de água da carcaça durante o resfriamento leva à perda de peso), as características sensoriais da carne (a água que fica retida no músculo interfere na maciez, suculência, aparência e coloração) e perda de água no cozimento (determina a variação de valor nutritivo da carne) (Pardi et al., 1996; Dabés, 2001).

2.5.1.2 Proteína

A proteína é o segundo maior componente da carne, com teor variando entre 18% a 22%. Além da fração protéica do tecido muscular, há uma porção não protéica, representando cerca de 1,5%, composta basicamente por aminoácidos livres e nucleotídeos (DNA, RNA, ADP, ATP, entre outros). Já as proteínas musculares podem ser divididas em: sarcoplasmáticas, miofibrilares e estromáticas. As sarcoplasmáticas são proteínas solúveis, representando cerca de 30-35% do total de proteínas, constituídas principalmente por enzimas e mioglobina. As miofibrilares, representando cerca de 55% das proteínas totais,

constituem os miofilamentos, representadas principalmente por miosina e actina e, em menor proporção, pela tropomiosina, troponina, α -actinina, β -actinina e proteínas C e M. As estromáticas (10% a 15%) são proteínas insolúveis, constituídas principalmente por colágeno e elastina (Zeola, 2002).

A disponibilidade em aminoácidos essenciais das proteínas musculares e suas características favoráveis de digestibilidade lhe conferem alto valor biológico. As proteínas dos tecidos conjuntivos representam exceção, pois são constituídas principalmente de colágeno e pela elastina, que são mais pobres em aminoácidos essenciais e de menor digestibilidade. As proteínas, do ponto de vista fisiológico e independentemente de seu valor estrutural e energético, são necessárias na formação de enzimas, hormônios e hemoglobina. Elas participam ainda da regulação do metabolismo hídrico, da variação do pH dos diversos tecidos e do processo de imunidade natural às infecções (Pardi et al., 1996).

2.5.1.3 Minerais

Os minerais presentes na carne exercem um importante papel fisiológico em sua constituição. Essas substâncias minerais são parte integrante de um grande número de enzimas, intervindo na regulação da atividade muscular e nervosa, além de realizar um papel importante na transformação do músculo em carne (Maturano, 2003).

A matéria mineral da carne representa em média 1,5% de sua composição química, e está distribuída irregularmente no tecido muscular: 40% encontram-se no sarcoplasma, 20% formam parte dos componentes celulares e o restante distribui-se nos líquidos extracelulares. De forma geral, potássio, fósforo, sódio, cloro, magnésio, cálcio e ferro são os principais constituintes minerais da carne. O ferro exerce papel fundamental por participar da síntese da hemoglobina, mioglobina e certas enzimas. O cálcio está presente

principalmente nos ossos e dentes e em pequenas quantidades no músculo e outros tecidos comestíveis. Outros minerais também são encontrados em pequenas quantidades, como o cobre, manganês, zinco, molibdênio, cobalto e iodo (Zeola, 2002).

Segundo Pardi et al. (1996), durante o descongelamento ou cocção, os minerais podem ser perdidos por lixiviação e muitos íons (cobre, ferro, magnésio, cloro e cobalto) podem afetar a vida de prateleira do produto final.

2.5.1.4 Lipídeos

A gordura pertence a um grupo heterogêneo de compostos insolúveis em água e solúveis em solventes apolares como éter, clorofórmio e benzeno. Essa fração é um importante constituinte dietético por conter alto conteúdo energético, vitaminas lipossolúveis, como vitaminas A, D, E, K e ácidos graxos essenciais. A gordura depositada na carne tem participação em atributos sensoriais desejáveis, como maciez, suculência e aroma. As gorduras intramuscular, de marmoreio e o grau de gordura de cobertura são apontados como fatores que contribuem para a suculência e a maciez, quando comparados com as diferentes localizações da gordura na carcaça e na carne (Judge et al., 1989).

Os lipídeos constituem o componente mais variável da carne, oscilando sua proporção conforme a espécie, a raça, o sexo, o manejo, a alimentação, a região anatômica, a idade do animal e até mesmo o clima (Maturano, 2003).

O aumento da massa muscular nas carcaças ovinas e a conseqüente diminuição da gordura poderão resultar em perda da qualidade sensorial da carne. A gordura na carne pode estar armazenada de três maneiras: externa ou gordura subcutânea, intermuscular, intramuscular (marmoreio, na fibra muscular, no interior do sarcoplasma). Estudos evidenciam a participação da

gordura intramuscular e do grau de gordura de cobertura como fatores que contribuem para a suculência e a maciez da carne (Monteiro, 2001).

Bressan et al. (2001) descrevem que, com o aumento de peso de abate dos cordeiros, ocorre elevação nos teores de lipídeos e redução nos teores de umidade e cinza. Considerando a tendência atual para redução da ingestão de calorias na dieta humana, o consumo de carne de cordeiros mais jovens seria o mais indicado.

Pérez et al. (2002), avaliando o efeito de raça e a faixa de peso sobre a composição centesimal, relataram que a raça Bergamácia apresentou maior umidade e menor teor de lipídeos no músculo *longissimus dorsi* do que a raça Santa Inês.

2.5.2 Colesterol

O colesterol pertence a um grupo heterogêneo de compostos que podem ser agrupados em duas classes: os lipídeos complexos que são saponificáveis por hidrólise alcalina e os lipídeos simples que são insaponificáveis. Neste grupo, encontram-se os esteróis e os mais frequentes no reino animal são o colesterol, o coprosterol e o 7-desidrocolesterol. Apresenta uma estrutura cíclica, com uma cadeia alifática lateral. Ao todo, possui 27 átomos de carbono, com uma dupla ligação em C5 e C6, e uma ligação álcool em C3. Logo, o esterol é um álcool que pode ser esterificado. O colesterol pode ser encontrado em circulação, na forma livre ou na forma esterificada. Já o coprosterol é ligeiramente diferente do colesterol, sendo mais reduzido e a dupla ligação em C5 e C6 é hidrogenada. O 7-desidrocolesterol, por sua vez, é derivado do colesterol, por desidrogenação em C7 e C8 (Correia & Correia, 1989).

Na alimentação humana, atualmente, tem-se dado enfoque especial ao teor de colesterol dos alimentos que, em determinadas circunstâncias, tende a se

acumular nas paredes internas dos vasos sanguíneos de grandes e médios calibres, levando à formação de ateroma, acarretando o aparecimento de problemas de degeneração e aterosclerose (Correia & Correia, 1989; McNamara, 1990).

O colesterol desempenha inúmeras funções fisiológicas, entre elas: ser um constituinte estrutural em todas as membranas celulares; participar da síntese da vitamina D₃ e ser precursor de dois grupos de compostos, que são os sais biliares (cólico, taurólico e glicólico, que promovem a digestão e absorção de gorduras) e os hormônios esteróides. Aproximadamente 90% do colesterol livre na célula animal estão confinados na membrana plasmática e o restante distribuído no retículo sarcoplasmático (somente para células musculares), membranas nucleares, mitocôndrias, lisossomas e peroxomas (Oda, 2002).

Pesquisadores e profissionais de saúde aceitam que altos níveis de colesterol no plasma, associados à obesidade, fumo, álcool, hipertensão arterial, falta de exercícios físicos, stress e fatores genéticos podem causar aterosclerose, causando infartos e trombozes. Para manter o colesterol sanguíneo baixo, a dieta deve ser pobre em lipídeos totais, colesterol e ácidos graxos saturados. Assim, os consumidores têm procurado adquirir no mercado alimentos mais saudáveis, com baixas concentrações ou isentos deste composto (Oda, 2002).

Independentemente da possibilidade de um alimento possuir colesterol ou não, existe uma série de fatores relacionados com sua composição, que podem influir nos níveis de colesterol sérico do consumidor. As frações lipídicas e glicídicas contêm nutrientes ou componentes que, através de interações diretas com o colesterol da dieta ou através de interações bioquímicas, são capazes de induzir o organismo a alterações na relação entre o “bom colesterol” (colesterol localizado nas lipoproteínas de alta densidade, ou HDL-C) e o “mau colesterol” (colesterol localizado nas lipoproteínas de muito baixa densidade e lipoproteínas de baixa densidade, VLDL-C e LDL-C, respectivamente) (Farfan, 1996).

As médias relatadas de colesterol em carnes variam largamente e estas variações são atribuídas a fatores como dieta, idade, sexo, espécie, raça, ambiente, estação do ano, quantidade de gordura, localização anatômica do músculo, método de cozimento e método analítico (Bragagnolo, 1996; Monteiro, 1998).

Em ovinos, considerando o tecido muscular e o tecido adiposo, menor concentração de colesterol é encontrada no músculo *longissimus dorsi* do que no tecido adiposo. O músculo *longissimus dorsi* possui média de 66,6mg de colesterol/100g de tecido muscular, enquanto o tecido adiposo representa 75mg de colesterol/100g (Solomon et al., 1990).

Pérez et al. (2002), estudando ovinos das raças Santa Inês e Bergamácia, encontraram teores médios de colesterol de 63,64 a 75,43mg/100g de músculo, respectivamente. Avaliando o efeito de diferentes dietas sobre cordeiros machos da raça Santa Inês, Rebello (2003) encontrou valores de colesterol que variaram de 79,55 a 84,86mg/100g de músculo.

2.5.3 Parâmetros físico-químicos da carne

Segundo Felício (1999), os parâmetros físicos são aqueles mensuráveis, como cor, capacidade de retenção de água e maciez da carne cozida. Essas podem ser avaliadas subjetivamente ou medidas com aparelhos específicos. Os atributos de qualidade mensurados em laboratório procuram traduzir os atributos de qualidade percebidos pelo consumidor, sendo os parâmetros de qualidade medidos física ou quimicamente.

2.5.3.1 Cor

A cor é o fator de qualidade mais importante que o consumidor associa à

carne no momento da compra, constituindo o critério básico para sua seleção, a não ser que outros fatores, como odor, sejam marcadamente alterados. O consumidor prefere carnes frescas de coloração vermelho brilhante, discriminando a carne escura por associar esta cor com carne de animais velhos e de maior dureza, ao passo que associa a cor clara à carne de animais jovens. Esta relação muitas vezes não é verdadeira, uma vez que em casos de abaixamentos inadequados do pH *post mortem*, podem ser produzidas colorações anormais, independente da idade ou maciez (Cornforth, 1994; Zeola, 2002).

A percepção da cor é um fenômeno fisiológico e que varia de acordo com a visão do observador e com a qualidade e intensidade da luz, bem como com as propriedades físicas e químicas do alimento. Além disso, a medição da cor requer que variáveis como a área do objeto, luminosidade suficiente com espectro vivível e visão do homem sejam controladas (MacDougall, 1994).

De acordo com Zeola (2002), a cor pode ser afetada por fatores intrínsecos, como tipo de músculo, espécie, raça, sexo e idade do animal, e fatores extrínsecos, como alimentação e esforço ao qual o animal foi submetido antes do abate. Felício (1999) afirma que a quantidade de mioglobina em um determinado corte varia principalmente com a atividade física dos músculos e a maturidade fisiológica do animal, sendo dependente da distribuição da fibra (mais presente na fibra vermelha em relação à branca). Alguns músculos são mais solicitados do que outros e, como consequência, apresentam grande proporção de fibras vermelhas entre fibras brancas.

A cor é resultado da combinação de vários fatores. Uma cor específica tem três atributos conhecidos, comprimento de onda, intensidade, brilho ou reflectância. A cor vermelha da carne é devido à presença de uma heme-proteína, a mioglobina. Algum sangue residual pode estar presente na carne, mas é mínima e de pouca prática sua consideração na coloração da carne. Em um

músculo bem sangrado, 80-90% do total de pigmentos é constituído pela mioglobina, podendo estar presentes outros pigmentos como hemoglobina, catalase e citocromo oxidase (Maturano, 2003).

A mioglobina consiste em uma porção de proteína globular (globina) e um grupo prostético, o anel heme. O anel heme é uma estrutura química plana, onde o átomo de ferro está localizado centralmente, e possui seis sítios de ligação para compostos químicos. Um desses locais de ligação está disponível para ligar-se a vários grupos químicos. O grupo químico ligado a este sítio e o estado de oxidação do ferro são os fatores mais importantes na determinação da cor da carne (Cornforth, 1994).

O estado químico da mioglobina depende da valência do íon ferro localizado no interior do anel heme. Quando o íon ferro se encontra no estado reduzido (ferroso, Fe^{2+}), ele pode se ligar a uma molécula de água ou de oxigênio molecular. Na ausência de oxigênio molecular, como ocorre no interior das peças ou nas carnes à vácuo, o íon Fe^{2+} combina-se com a água, a mioglobina torna-se desoximioglobina e adquire uma coloração vermelho escura, de baixa luminosidade; mas quando o íon Fe^{2+} se liga ao oxigênio do ar, nas situações de exposição ou em embalagens permeáveis aos gases, a mioglobina transforma-se em oximioglobina e a carne adquire uma atraente coloração vermelho cereja, de maior luminosidade. No entanto, quando o íon ferro se oxida (estado férrico, Fe^{3+}) sob baixa tensão de oxigênio, a mioglobina transforma-se em metamioglobina, de coloração marrom, indesejável do ponto de vista comercial (Felício, 1999).

De acordo com MacDougall (1994), não existe uma recomendação geral quanto ao procedimento de mensuração da cor, pois os equipamentos usualmente utilizados (colorímetros e espectrofotômetros) podem apresentar características distintas quanto ao diâmetro de abertura, tipo de iluminante e ângulo de observação, produzindo resultados semelhantes, mas não iguais. Um

sistema de mensuração de cor muito utilizado em diversas áreas é o espaço $L^* a^* b^*$, também conhecido como CIELAB. Neste espaço, L^* indica luminosidade e a^* e b^* são coordenadas de cromaticidade, onde o eixo $-a^* \text{---} +a^*$ vai de verde a vermelho, e $-b^* \text{---} +b^*$ vai de azul a amarelo. Em cada uma dessas direções (eixos a e b), quando se caminha para as extremidades tem-se maior saturação da cor.

Avaliando a influência do fator genético sobre cor da carne de ovinos das raças Santa Inês e Bergamácia, Pérez et al. (2002), utilizando o sistema CIELAB (L^* = luminosidade, a^* = teor de vermelho e b^* = teor de amarelo), não relataram influência do fator genético sobre os parâmetros de cor. Zeola et al. (2004), não encontraram influência na cor do músculo *semimembranosus* da carne de cordeiros Morada Nova submetidos a diferentes níveis de concentrado.

2.5.3.2 Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água (CRA) é um parâmetro físico-químico que tem sido definido como a habilidade da carne para reter parcial ou totalmente sua água durante aplicação de forças físicas externas, tais como corte, aquecimento, moagem ou pressão, e que no momento da mastigação traduz sensação de suculência ao consumidor. Muitas das propriedades da carne fresca e da carne cozida são parcialmente dependentes da CRA. Quando o tecido muscular apresenta baixa retenção de água, a perda de umidade e conseqüente perda de peso durante a estocagem são maiores, implicando em perdas do valor nutritivo por intermédio do exudato liberado, resultando em carne mais seca e com menor maciez (Dabés, 2001).

As moléculas de água, devido à distribuição de seus elétrons, não são eletricamente neutras, e sim, apresentam regiões eletricamente positivas (H^+) e outras eletricamente negativas (O^{-2}), sendo assim, polar. Desse modo, ela

associa-se com grupos reativos eletricamente carregados das proteínas musculares. De acordo com o grau de interação com os componentes cárneos, podemos classificar a água da carne em: a) água de ligação (4-5%), se prende firmemente aos tecidos da carne, permanecendo fortemente ligada mesmo durante a aplicação de forças mecânicas ou físicas severas, sendo incapaz de atuar como solvente, e não se congelando a -20°C ; b) água de imobilização (8-10%), é atraída nas camadas posteriores à camada de água de ligação, e com o aumento da distância do grupo reativo das proteínas, torna-se sucessivamente mais fraca, sendo removida por processos de desidratação; e c) a água livre, que é mais fracamente ligada, segura apenas pela força de superfície, mantendo-se presa por forças capilares, sua orientação molecular independe do número de cargas reativas, constitui-se meio onde se processam as reações bioquímicas, permite o desenvolvimento de microrganismos e é facilmente removível da carne (Forrest et al., 1979; Price & Schweigert, 1994).

Segundo Felício (1999), há três grupos de procedimentos básicos para indicar tendência de CRA, uma vez que não existe um valor real para esta propriedade: a) nenhuma força é aplicada (medem-se as perdas de peso por extravasamento de água extracelular, submetendo-se as amostras apenas à força da gravidade); b) aplicação de força mecânica (aplica-se força negativa ou positiva, de modo a forçar o extravasamento de água intra e extracelular); e c) aplicação de calor (medem a liberação de água intra e extracelular de amostras submetidas ao cozimento).

2.5.3.3 Perdas de peso ao cozimento

Perdas de peso ao cozimento (PPC) são as perdas que ocorrem durante o processo de preparo da carne para consumo. Calculadas de forma simples e rápida, por meio da diferença entre peso inicial e final das amostras, são

consideradas parâmetros qualitativos da carne. As metodologias para sua determinação incluem a utilização de aparelhos como o banho-maria e o forno elétrico, apesar de alguns autores descreverem que o cozimento em banho-maria (75-80°C) tende a aumentar a dureza da carne (Zeola, 2002).

2.5.3.4 Maciez

A maciez é um importante parâmetro de qualidade da carne, sendo uma das principais características observadas pelo consumidor. Uma grande variação na maciez ocorre em função da produção animal e das reações bioquímicas que ocorrem após a morte (Wheeler & Koohmaraie, 1994).

A maciez pode ser definida como a facilidade como a carne se deixa mastigar e pode ser decomposta em três sensações pelo consumidor: uma inicial, ou facilidade de penetração e corte, outra mais prolongada, que seria a resistência que oferece à ruptura ao longo da mastigação e a final, que daria uma sensação de resíduo mais ou menos importante. Parece que os consumidores somente são capazes de detectar diferenças de maciez acima de 15%. No entanto, se observa que a faixa de aceitação da maciez é ampla, havendo vantagens para as carnes mais macias quando outros fatores são constantes (Price & Schweigert, 1994). Segundo a força que se aplique, os métodos básicos para determinação da dureza seriam a força de compressão, forças de cisalhamento, de filetado, de tensão, de compressão-cisalhamento e de penetração (Vosey, 1976; Francis et al., 1981).

Muitos fatores podem influenciar a maciez da carne, como genética, sexo, maturidade, acabamento, promotores de crescimento, velocidade de resfriamento, taxa de queda de pH, pH final e tempo de maturação. A carne bovina é considerada como tendo uma maciez aceitável quando apresenta valores de força de cisalhamento de 8kg-f. Em média, o valor encontrado para a

carne ovina é de 4,46kg-f, o que conseqüentemente a define como uma carne mais macia, independente da genética e da alimentação. (Forrest et al., 1979; Price & Schweigert, 1994; Felício, 1999; Zapata et al., 2000).

As propriedades físicas da carne, como estrutura, firmeza e textura, são difíceis de avaliar objetivamente. Estes fatores são geralmente avaliados por análise sensorial (visual, tátil e degustativa). Vários fatores como o estado de rigor associado às propriedades de CRA, gordura intramuscular, teor de tecido conjuntivo e comprimento de feixes intramusculares contribuem para estas propriedades.

Durante o resfriamento das carcaças, há um evidente e progressivo desenvolvimento da rigidez. Este aumento ocorre a partir da perda de extensibilidade que acompanha o *rigor mortis* e a solidificação da gordura dentro e ao redor do músculo. Durante a estocagem, algumas alterações podem ocorrer, resultando em melhoria da palatabilidade e maciez, estando associado ao processo de maturação da carne.

2.5.3.5 pH

Para que o músculo de um animal abatido se transforme em carne é necessário que ocorram reações bioquímicas conhecidas como modificações *post mortem*. Dentre estas, ocorre a alteração do pH, que no animal vivo oscila entre 7,3 a 7,5. Com o decréscimo após a morte, o pH pode chegar a 5,5 a 5,7 nas primeiras 6-12 horas após o abate; posteriormente, esses valores declinam ligeiramente até as 24 horas *post-mortem*. Neste processo, quando o animal não dispõe mais do sistema circulatório o ácido láctico permanece no músculo, diminuindo o pH e tornando a carne macia e suculenta, com sabor ligeiramente ácido e odor característico (Zeola, 2002).

O declínio normal do pH pode ser modificado causando algumas alterações na qualidade da carne em algumas espécies (Bendall, 1973). Quando ocorre pequeno declínio do pH após o sacrifício, permanecendo relativamente estável com valores médios de pH final maior ou igual a 6,2, as carnes podem apresentar-se firmes, com superfície seca e com coloração escura, denominadas carnes DFD (dark, firm, dry). As carnes DFD são encontradas em suínos, bovinos e ovinos em decorrência das reduzidas reservas de glicogênio no momento do abate (devido ao estresse pré-abate) (Sayre et al., 1963; Forrest et al., 1979; Bendall, 1973; Fletcher, 1991). Por outro lado, quando o pH diminui rapidamente, com valores iguais ou menores que 5,8, na primeira hora após o sacrifício e pH final entre 5,3 e 5,6, podem ser encontradas as carnes PSE (pale, soft, exudative), pálidas, flácidas e exudativas, mais encontradas em suínos (Honikel & Fischer, 1977). Temperaturas elevadas no músculo, uma maior anaerobiose relativa inicial e presença de ácido láctico muscular nos primeiros momentos *post mortem*, reservas elevadas de glicogênio e uma sensibilidade ao estresse, por parte do indivíduo ou da própria fibra muscular, são as causas que predispõem a este tipo de anomalia na carne. As fibras musculares do tipo intermediárias são mais sensíveis do que as fibras brancas ou vermelhas à desnaturação causada pela temperatura elevada da carcaça (36°C), associada ao baixo pH *post mortem* (Forrest et al., 1979).

A medida do pH é então utilizada para avaliar a vida de prateleira e a qualidade da carne. A queda do pH e a instalação do *rigor mortis* são segundo Korkeala et al. (1986), os fenômenos de maior importância sobre as características organolépticas da carne. Bonagurio et al. (2003), considerando que a instalação do *rigor mortis* ocorre com valor de pH em torno de 5,90, relata que em cordeiros Santa Inês o *rigor* ocorreu a partir das 8 h *post mortem*, e que a queda do pH foi menos acentuada e a instalação do *rigor* ocorreu de forma mais tardia nos animais de 15 e 25 kg (as carcaças mais pesadas, 35 e 45 kg,

apresentaram maior quantidade de gordura e manutenção da temperatura da carcaça, acentuando a queda do pH).

Vários fatores influenciam na variação do pH, como o tipo de músculo, espécie, idade, raça, sexo, condições de criação (alimentação), tempo de jejum, conservação e estimulação elétrica. A variação do conteúdo e proporção no tipo de fibras (contração lenta ou rápida, vermelhas ou brancas) entre os diferentes músculos que compõem uma carcaça determinam as diferenças musculares do pH final, que varia inversamente à taxa de glicogênio presente no músculo antes do sacrifício. O pH final depende também do poder tampão do próprio músculo, que aumenta com a intensidade do metabolismo glicolítico. Geralmente, é observada uma relação entre pH e músculos de uma carcaça, em que as carcaças com pH elevado, apresentam pH ainda mais elevado nos músculos do quarto posterior e do largo dorsal (Sañudo et al., 1985).

A determinação do pH da carne pode ser feita por meio de eletrodos de penetração diretamente no músculo, onde normalmente são obtidos dados de pH na hora zero (carcaça quente) e às 24 horas (carcaça fria) (Zeola, 2002).

2.5.4 Ácidos Graxos

2.5.4.1 Estrutura, classificação e propriedades

Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos formados por cadeias de átomos de carbono ligados a hidrogênio, podendo ser representados pela forma RCOOH. Na maioria das vezes o grupo R é uma cadeia carbônica longa, não ramificada, com número par de átomos de carbono, podendo ser saturada ou conter uma ou mais insaturações. Os ácidos graxos (AG) podem ser classificados de acordo com o tamanho da cadeia carbônica (curta, média ou longa), presença de insaturações ou duplas ligações (saturados, mono e

poliinsaturados), ramificações na cadeia (não ramificados ou ramificados). A nomenclatura dos ácidos graxos é feita com a numeração da cadeia carbônica a partir do carbono terminal (chamado de carbono ômega - ω) da molécula de AG. Quando a primeira dupla ligação acontece entre os carbonos 3 e 4, este composto é classificado como ômega 3. No caso do AG ômega 6, sua primeira dupla ligação acontece entre o 6^o e o 7^o átomos de carbono, e no ácido graxo ômega 9, entre o 9^o e 10^o átomos de carbono (Graziola et al., 2002; Oda, 2002).

Também em AG insaturados, a isomeria em torno da dupla ligação determina a configuração *cis* (radicais no mesmo plano) ou *trans* (radicais em lados opostos). A maioria dos ácidos graxos de ocorrência natural em mamíferos é da configuração *cis*, e em ruminantes a biohidrogenação pode converter alguns AG para a configuração *trans* (Graziola et al., 2002).

Outro grupamento de AG é o de cadeia ímpar ramificada, constituído pelos ácidos iso e anteiso, que recebem esta classificação de acordo com a posição que o grupo metil se encontra na cadeia carbônica. Quando o grupo metil se encontra no último átomo de carbono se chama iso e quando no penúltimo, anteiso (Christie, 1982).

Os ácidos graxos são os compostos que conferem aos lipídeos as propriedades nutricionais e as características físico-químicas responsáveis pelos atributos sensoriais e pela conservação da carne. A maior parte dos ácidos graxos que integram os triglicérides da carne dos mamíferos de açougue são relativamente saturados (não possuem duplas ligações na molécula), sendo o palmítico e o esteárico os principais representantes. Os ácidos graxos insaturados são caracterizados por conterem uma, duas ou várias duplas ligações em sua molécula. Desses, o oléico é o principal ácido graxo monoinsaturado, enquanto o linoléico é o principal ácido graxo poliinsaturado. As gorduras da carne geralmente são consideradas saturadas, enquanto óleos vegetais são

descritos como insaturados ou poliinsaturados (Forrest et al., 1979; Price & Schweigert, 1994; Pardi et al., 1996).

Na Tabela 1 observam-se os ácidos graxos normalmente encontrados na carne de animais domésticos, com seus nomes comuns e sistemáticos, e suas temperaturas de fusão.

TABELA 1 Principais ácidos graxos encontrados na carne de animais domésticos

Símbolo	Nome comum	Nome sistemático	Temp. de fusão (°C)
Ácidos graxos saturados			
C _{4:0}	Butírico	Tetranóico	-8,0
C _{6:0}	Capróico	Hexanóico	-3,2
C _{8:0}	Caprílico	Ocatnóico	15,0
C _{10:0}	Cáprico	Decanóico	31,0
C _{12:0}	Láurico	Dodecanóico	44,2
C _{14:0}	Mirístico	Tetradecanóico	52,0
C _{16:0}	Palmítico	Hexadecanóico	63,1
C _{18:0}	Esteárico	Octadecanóico	69,1
C _{20:0}	Araquídico	Eicosanóico	75,4
C _{22:0}	Beênico	Docosanóico	81,0
C _{24:0}	Lignocérico	Tetradocosanóico	84,2
Ácidos graxos insaturados			
C _{16:1}	Palmitoléico	9-hexadecenóico	-0,5
C _{18:1 cis}	Oléico	9-octadecenóico	13,2
C _{18:2}	Linoléico	9,12-octadecadienóico	-9,0
C _{18:3}	α-Linolênico	9,12,15-octadecatrienóico	-17,0
C _{18:3}	γ-Linolênico	6,9,12-octadecatrienóico	-17,0
C _{20:4}	Araquidônico	5,8,11,14-eicosatetraenóico	-49,5
C _{20:5}	EPA	5,8,1,14,17-eicosapentaenóico	-54,0
C _{22:6}	DHA	4,7,10,13,16,19-docosahexaenóico	93,0

Fonte: adaptado de Harwood (1980); Baer (1996); Lawless et al. (1998); McDonald et al. (1996); Graziola et al. (2002); Voet et al. (2000)

Os ácidos graxos saturados de cadeia longa podem ser introduzidos no metabolismo do homem pela dieta ou sintetizados a partir do precursor ácido palmítico (C16:0), por meio da inserção consecutiva de dois átomos de carbono, dando origem a outros ácidos graxos saturados, como o esteárico (18:0), araquídico (20:0) e, assim, sucessivamente. Os ácidos graxos monoinsaturados podem ser adquiridos através da dieta; no entanto, alguns ácidos graxos são dessaturados no organismo, tendo como precursores os ácidos graxos palmítico e esteárico, que produzem, respectivamente, os ácidos graxos palmitoléico (C16:1 ω 7) e oléico (C18:1 ω 9), através da introdução de uma dupla ligação cis entre o carbono 9 e 10 por uma reação oxidativa, catalisada pela acil-COA dessaturase (Visentainer et al., 2003).

Existem alguns ácidos graxos de extrema importância para o crescimento e desenvolvimento dos mamíferos. Tais ácidos são denominados de ácidos graxos essenciais. Dentre os ácidos graxos essenciais mais importantes para os mamíferos está o ácido linoléico, que não é sintetizado pelos mamíferos, mas sim obtido a partir de dietas vegetais, onde ocorrem em grande quantidade. O ácido linoléico é importante também porque ele é o precursor necessário para a biossíntese do ácido araquidônico, eicosapentaenóico-EPA e docosahexaenóico-DHA. Outra importância dos ácidos graxos essenciais é o fato de serem precursores necessários na biossíntese das prostaglandinas, lipídeos simples com funções semelhantes às dos hormônios (Wood & Fisher, 1990).

O efeito biológico dos ácidos graxos essenciais depende da razão entre os ácidos das famílias ω 3: ω 6, presentes nos fosfolípidos que constituem as membranas. A FAO recomenda que a relação entre ácidos graxos insaturados do tipo ω 3 e ω 6 na dieta humana deve ser de 1:5, entretanto, nas dietas ocidentais essa relação é de 1:20 ou 1:25. Vale a pena ressaltar que apesar dos ácidos graxos poliinsaturados diminuírem os níveis séricos de colesterol e de alguns serem considerados essenciais por não serem sintetizados pelo organismo, sendo

fornecidos na dieta, também podem ser precursores de várias substâncias, sendo algumas vasoativas, influenciando também na viscosidade sanguínea, na permeabilidade dos vasos e na pressão arterial. O aumento de alguns desses ácidos, ou a alteração da razão entre eles, pode aumentar a produção de tromboxanos e leucotrienos que, em excesso, estão associados a doenças como trombooses, arritmias, artrite, asma e psoríase (Belda & Pourchet-Campos, 1991).

A carne de ovinos é considerada rica em ácidos graxos saturados, pois os microrganismos do rúmen hidrogenam extensivamente os ácidos graxos da dieta. Os ácidos graxos mais encontrados nesta espécie são o mirístico (2,04%-3,65%), o palmítico (20,88%-24,22%) e o esteárico (11,89%-15,09%); os monoinsaturados são o palmitoléico (2,23%-2,54%) e o oléico (31,74%-45,23%) e os poliinsaturados são o linoléico (4,73%-10,39%), o linolênico (0,43%-2,84%) e o araquidônico (1,14%-6,79%) (Pérez et al., 2002). O ácido hircinóico (4-metil-octanóico) foi identificado como um dos responsáveis pelo aroma característico da carne cozida de ovinos e caprinos (Roça, 1993). Entretanto, a composição dos ácidos graxos pode sofrer variações em função da espécie, sexo, raça e dieta fornecida (Monteiro, 1998).

A influência do fator genético sobre o perfil de ácido graxos foi determinada por Sañudo et al. (2000), Hoffman et al. (2003) e Salvatori et al. (2004). Pérez et al. (2002), estudando cordeiros Santa Inês e Bergamácia, identificaram 12 ácidos graxos e os resultados indicaram que o C16:0 aumentou e o C18:0 diminuiu linearmente com o aumento do peso de abate. A porcentagem total de ácidos graxos saturados foi semelhante para todos os pesos ao abate e raças, com média de $43,6 \pm 2,5\%$. O C18:1 ω 9 e o total de ácidos graxos monoinsaturados foram maiores na raça Santa Inês e em ambas as raças aumentaram linearmente com o aumento do peso. O total de ácidos graxos poliinsaturados das duas raças decresceu com o aumento do peso ao abate.

2.5.4.2 Metabolismo dos lipídeos em ruminantes

Segundo Palmquist et al. (1993), a quantidade de lipídeo dietético transformado em gordura animal é influenciada por três fatores: a) lipólise e biohidrogenação ruminal; b) absorção (digestibilidade) e c) relação reserva/excreção de lipídeos nos tecidos adiposos.

O primeiro passo para a transformação no rúmen dos lipídeos da dieta é a hidrólise das ligações ésteres dos AG por enzimas lipolíticas de origem microbiana. Esta etapa é um pré-requisito para a biohidrogenação dos AG insaturados (Harfoot & Hazlewood, 1988).

Até pouco tempo atrás, acreditava-se que somente uma bactéria seria capaz de causar a biohidrogenação, a *Butyrivibrio fibrisolvens*, por meio de suas enzimas linoleato de isomerase e CLA redutase. No entanto, outras bactérias ruminais têm sido isoladas e consideradas com diferentes capacidades de biohidrogenação, ou seja, a biohidrogenação ruminal não é realizada por uma única bactéria, ou em um único passo, mas por um grupo delas e sequencialmente (Kelly et al., 1998; Bauman et al., 1999).

As bactérias que participam da biohidrogenação são divididas em dois grupos: A e B, com ações específicas. As bactérias do grupo A hidrogenam o ácido linoléico e linolênico, tendo como produto final o ácido vacênico, enquanto as do grupo B utilizam o ácido vacênico como substrato, tendo como produto final o ácido esteárico (Bauman et al., 1999; Lock & Garnsworthy, 2003). Nesse processo, a posição das duplas ligações é alterada e geralmente os ácidos graxos são convertidos para a forma mais estável (trans) que se acumulam, já que são hidrogenados com mais dificuldade (Soglia, 2003). Segundo Bessa et al. (2000), algumas bactérias possuem mecanismos de isomerização (cis e trans) na membrana celular, que possibilitam a redução de sua fluidez como defesa a agentes tóxicos e estressantes. Dessa forma, os AG

trans podem ter papel de proteção da bactéria contra esses agentes.

A absorção dos ácidos graxos de cadeia curta parece depender de uma simples difusão. O rúmen possui imensa capacidade de absorção de AG voláteis em razão de sua grande superfície e adequado suprimento sanguíneo. Alguns destes ácidos (cerca de 70% a 80%) são metabolizados durante sua passagem pelo rúmen e aí mesmo são absorvidos. Essa passagem não depende da formação de micelas, mas a taxa de absorção é regulada pelo pH ruminal (Soglia, 2003).

Ao contrário dos AG de cadeia curta, os AG de cadeia longa não são absorvidos no rúmen, e sim pelas células do intestino, onde são reesterificados, armazenados nos enterócitos, incorporados aos quilomícrons e então distribuídos pelo sistema linfático até os tecidos periféricos (Abreu, 1993).

A síntese de proteína microbiana no rúmen depende da energia que é fornecida pela fermentação de carboidratos originados de células vegetais compostas de celulose, hemicelulose, pectinas, amidos, dextranas e carboidratos solúveis. Os resultados finais dessa fermentação são ácidos graxos voláteis (acetato, propionato e butirato) e gases (dióxido de carbono e metano). Os ácidos graxos voláteis constituem a maior fonte de energia para os ruminantes, provendo 50% a 85% da energia metabolizável pelo animal. No rúmen, a proporção dos ácidos graxos voláteis: acetato, propionato e butirato, é de 65:25:10 para dietas ricas em forragens e de 50:40:10 para dietas ricas em concentrados (Owens & Goetsch, 1988).

A Figura 1 mostra, de forma resumida, o fluxo geral dos ácidos graxos e a biohidrogenação ruminal.

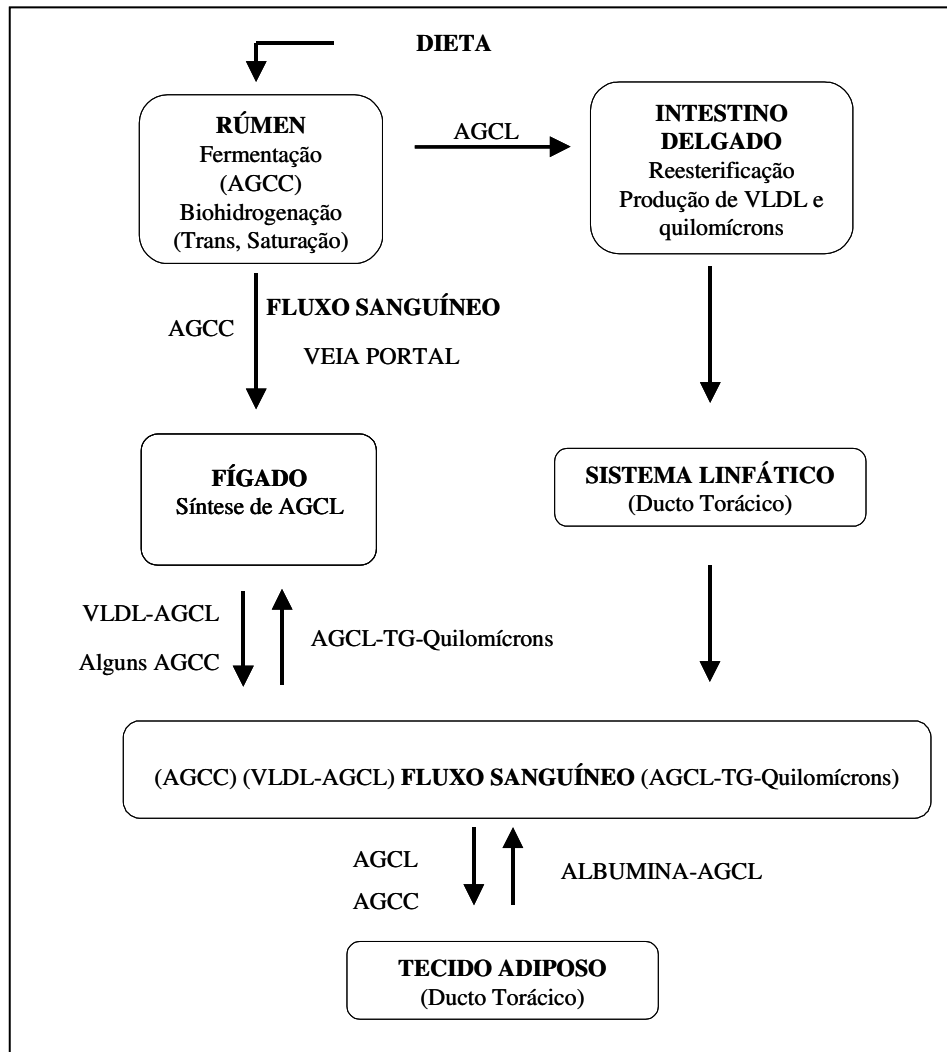


FIGURA 1 Fluxo geral dos lipídeos e seu metabolismo nos ruminantes, adaptado de Abreu (1993). AGCC- ácidos graxos de cadeia curta; AGCL- ácidos graxos de cadeia longa; VLDL- lipoproteína de muito baixa densidade; TG- triglicerídeos.

A biohidrogenação ruminal e conseqüente formação de ácidos graxos pelo animal podem ser influenciadas pela alimentação. Dietas ricas em amido (proporção elevada de concentrado) favorecem a produção de propionato, que podem aumentar as concentrações de C_{11:0}, C_{13:0}, C_{15:0} e C_{17:0}, e dietas ricas em forragens favorecem a produção de acetato. Flutuações nas quantidades desses constituintes acarretam variações nos valores médios de pH do rúmen (com variações de 5,8 a 6,8), onde um exemplo é a dieta com concentração elevada de concentrado que determina valores de pH de 5,5 a 6,5 (Bergman, 1990; Abreu, 1993).

A adição de grandes quantidades de concentrados na dieta de ruminantes determina aumento na taxa de passagem da digesta pelo rúmen, acarretando menor tempo de colonização da população microbiana e menor digestibilidade da fibra em decorrência do aumento nas proporções de carboidratos prontamente disponíveis e fermentáveis (Valadares Filho et al., 2000). Além disso, a redução nos níveis de fibra nas dietas de ruminantes pode ser prejudicial à digestibilidade total dos alimentos, pois a fibra é importante para a manutenção das condições do rúmen, estimula a mastigação e mantém o pH em níveis adequados à atividade microbiana (Allen, 1997).

2.5.5 A fibra muscular

O músculo, para seu crescimento inicial, necessita da síntese das complexas moléculas protéicas específicas do tecido, a partir dos aminoácidos, da correta disposição das proteínas sintetizadas para a formação dos elementos estruturais próprios do músculo como as fibras, além da diferenciação e desenvolvimento das fibras de acordo com o tipo do músculo.

A estrutura, as funções, as proporções e a composição do corpo se modificam à medida que o indivíduo cresce, alternando-se também, durante o

crescimento, o desenvolvimento de novas estruturas e as transformações em suas capacidades funcionais (Rebello, 2003). O crescimento pode ser definido como sendo um processo normal de aumento de tamanho produzido pelo aumento de tecidos, similares em constituição aos tecidos ou órgãos originais, podendo tal aumento de tamanho ser alcançado por hipertrofia, hiperplasia ou crescimento por acréscimo. Deve-se ter atenção para a distinção que deve ser feita, do ponto de vista zootécnico, entre crescimento verdadeiro, que leva a um aumento dos tecidos estruturais como músculos, ossos e órgãos vitais, e engorda, que consiste no aumento do tecido adiposo (Forrest et al., 1979).

O crescimento da fibra muscular pode ser influenciado pela espécie, raça, peso, sexo, nível nutritivo e a atividade física do animal. A natureza desta influência depende da maturidade fisiológica e da região animal que está sendo estudada. Pesquisas têm demonstrado que o número de fibras musculares permanece constante após o nascimento, e que o aumento do volume muscular é devido ao aumento do tamanho das fibras já existentes. Durante o crescimento pós-natal, o aumento da massa muscular é devido principalmente a um aumento no tamanho da fibra, ou hipertrofia, que ocorre como resultado da maturação e alongamento dos miotubos já existentes e da atividade proliferativa das células satélites, que são a fonte de novos núcleos que serão incorporados às fibras musculares (Hawkins et al., 1985; Rehfeldt et al., 2000).

As propriedades do músculo são um reflexo das proporções e tipos de fibras musculares presentes. As características da carcaça e a qualidade da carne diferem devido ao sexo, raça, dieta e idade, e estes são, provavelmente, um mero reflexo das características das fibras musculares (Seideman & Crouse, 1986). A presença de um ou mais tipos de fibras, a distribuição e a frequência determinam as características metabólicas e contráteis do músculo esquelético, refletindo em suas propriedades bioquímicas e fisiológicas, influenciando, dessa maneira, o

seu tempo de conservação e as características organolépticas (Dall Pai & Curi, 1992; Sartori et al., 1999).

As fibras musculares representam a unidade estrutural dos músculos e constituem de 75% a 92% do volume muscular total, sendo o restante preenchido por tecidos conjuntivos, vasos sanguíneos, fibras nervosas e líquido extracelular, sendo que este último aparece em maior volume. Nos mamíferos, os músculos esqueléticos são constituídos por diferentes tipos de fibras, que apresentam características morfológicas e funcionais distintas. Vários estudos têm demonstrado três tipos básicos, com diferentes nomenclaturas: fibras vermelhas, intermediárias e brancas; fast twitch white, slow twitch intermediate e fast twitch red; fast twitch glycolytic (FG), fast twitch oxidative glycolytic (FOG) e slow twitch oxidative (SO); e tipo I, IIa e IIb (Monteiro, 1998).

A caracterização dos aspectos morfológicos, metabólicos e funcionais, e a identificação dos diferentes tipos de fibras podem ser realizadas utilizando-se várias colorações e reações histoquímicas. Dentre elas, destaca-se a reação para NADH-TR (Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo – Tetrazolium Reductase) e mATPase (ATPase miofibrilar). As características metabólicas das fibras musculares, pela reação histoquímica NDH-TR, são evidenciadas pela intensidade do produto da reação (formazana), que classifica as fibras em: metabolismo oxidativo (SO - *Slow Oxidative*) - reagem fortemente; metabolismo intermediário (FOG - *Fast Oxidative Glycolytic*) - a intensidade de reação é moderada; metabolismo glicolítico (FG - *Fast Glycolytic*) - a intensidade da reação é fraca (Monteiro, 2001).

A reação histoquímica ATPase miofibrilar (mATPase) permite avaliar as características contráteis das fibras musculares. Essa reação é utilizada com meio de incubação em pH 9,4, precedido de pré-incubação em meio ácido (pH 4,3-4,6) e alcalino (pH 10,4-10,6). As fibras que reagem fortemente com pré-incubação ácida são de contração lenta, enquanto as que reagem fortemente com

pré-incubação alcalina são de contração rápida. As fibras com metabolismo intermediário respondem de forma variada à reação pela mATPase. Geralmente, a reação é moderada após pré-incubação em pH alcalino e fraca após pré-incubação em pH ácido (Monteiro, 2001).

As fibras vermelhas têm diâmetro menor, grande proporção de enzimas envolvidas no metabolismo oxidativo (que requer oxigênio para a produção de energia) e níveis baixos de enzimas glicolíticas. As mitocôndrias são mais numerosas e de maior tamanho que as das fibras brancas, além do pigmento mioglobina em abundância – isto é um reflexo da maior atividade metabólica oxidativa das fibras vermelhas, uma vez que as enzimas oxidantes se associam às mitocôndrias. A organização do retículo sarcoplasmático é mais complexa e as linhas Z são espessas. Possuem um maior leito capilar, o que facilita a transferência de resíduos metabólicos e nutrientes (especialmente oxigênio) a partir dos vasos. Também possuem um maior conteúdo de lipídeos, alguns dos quais (ácidos graxos) servem, provavelmente, como fonte de combustível metabólico, juntamente com a glicose. Contraem-se mais lentamente e por um período de tempo maior, se fadigam menos facilmente e geram tensão muscular relativamente menor que as fibras brancas (Forrest et al., 1979; Banks, 1991).

As fibras brancas são maiores, ricas em enzimas glicolíticas e pobres em atividade enzimática oxidativa. As mitocôndrias estão presentes em pequena quantidade e são de menor tamanho que as das fibras vermelhas, possuindo uma pequena quantidade de mioglobina. A organização do retículo sarcoplasmático é simples e as linhas Z são finas. O metabolismo glicolítico que predomina nas fibras brancas acontece tanto na presença como na ausência de oxigênio. As fibras brancas têm um menor leito capilar que as vermelhas, apresentam um retículo sarcoplasmático e um sistema tubular T muito mais desenvolvido, e uma rápida velocidade de contração em relação às fibras vermelhas. Contraem-se

rapidamente gerando grandes picos de tensão muscular, mas se fadigam com facilidade (Forrest et al.,1979; Banks, 1991).

As fibras intermediárias se contraem mais rapidamente que as vermelhas, mas se fadigam com mais dificuldade que as brancas. Possuem pequena quantidade de mioglobina e uma quantidade intermediária de mitocôndrias. Também são intermediários os metabolismos oxidativo e glicolítico, e os conteúdos de lipídeos e de glicogênio. As linhas Z são finas. (Banks, 1991; Roses et al.,1993).

Os músculos compostos exclusivamente de fibras vermelhas ou brancas são poucos e a maioria é formada por uma mistura dos dois tipos de fibra. Além disso, a maioria dos músculos dos animais de abate contém uma maior proporção de fibras brancas que vermelhas, inclusive nos músculos que são visivelmente vermelhos. Portanto, músculos vermelhos seriam aqueles com uma maior proporção de fibras vermelhas que as encontradas nos músculos brancos ou, alternativamente, os músculos brancos tem menos fibras vermelhas que os músculos vermelhos. No músculo existem também fibras cujas características são intermediárias entre as fibras vermelhas e brancas, denominando-se naturalmente em fibras intermediárias. O maior conteúdo de mioglobina das fibras vermelhas é o responsável pela coloração avermelhada (Price & Schweigert, 1994).

A relação entre os tipos de fibras musculares e a qualidade da carne, nos dias atuais, não é bem definida. Recentes estudos histológicos sobre fibras musculares têm tentado relacionar os fatores que influenciam o diâmetro das fibras e a relação deste com a maciez da carne. O entendimento da relação existente entre o tipo de fibra e a qualidade da carne requer estudos da área e proporções das fibras musculares, além de suas diferenças metabólicas (Calkins et al., 1981). Recentes estudos têm tentado relacionar as características das fibras musculares com crescimento, carcaça e qualidade de carne, e sugerem que o tipo

e o aumento do diâmetro das fibras estão relacionados, principalmente, com a maciez da carne (Dransfield & Sosnicki, 1999; Wegner et al., 2000). Atualmente acredita-se que animais com maior número de fibras musculares de moderado tamanho produzem carne de melhor qualidade (Rehfeldt et al., 2000).

Por outro lado, as relações entre as características das fibras musculares e os atributos de qualidade da carne estão relacionados com a queda do pH *post mortem* (devido ao tipo do metabolismo das fibras), capacidade de retenção de água, maciez e propriedades sensoriais (predominância de fibras brancas ou vermelhas), estrutura protéica e composição química do músculo (Ashmore, 1974; Seideman & Crouse, 1986; Monteiro, 1998).

Considerando-se ainda a influência do tipo de fibra na qualidade sensorial da carne, estudos têm demonstrado que músculos com predominância de fibras vermelhas são susceptíveis ao encurtamento pelo frio (Locker & Hagyard, 1963). Esta associação está relacionada a um conjunto de fatores: pouca capacidade em reter o cálcio a baixas temperaturas, maior número de mitocôndrias e retículo sarcoplasmático pouco desenvolvido. Em contrapartida, as fibras brancas possuem retículo sarcoplasmático mais desenvolvido, podendo reter mais Ca^{2+} iônico, menos mitocôndrias e mais ATP, sendo, desta forma, mais resistentes ao encurtamento (Cornforth et al., 1980; Bressan & Beraquet, 2004).

As características quantitativas e qualitativas dos produtos cárneos poderão ser alteradas em função do grau de alteração do perfil das fibras. As relações entre tamanho e diâmetro das fibras, sua capacidade metabólica, a composição molecular e os depósitos de gordura intra e intermusculares tem levado ao uso de novos programas de produção, os quais tentam promover uma significativa alteração no perfil das fibras musculares (Ashmore, 1974).

As fibras musculares de ovinos possuem diâmetros menores e mais uniformes que as de suínos e bovinos. Geralmente, os machos inteiros possuem

fibras musculares maiores que as fêmeas e animais castrados. Em condições normais, o diâmetro das fibras musculares aumenta com a idade, com a alimentação apropriada e com a atividade física. Assim, nos ovinos, o crescimento do músculo, da gordura e do esqueleto obedece a uma onda que, à medida que avança a idade, atravessa as diferentes regiões do corpo. Ela parte da cabeça, do pescoço e das porções distais das extremidades (anteriores e posteriores) e termina na região lombar (Rebello, 2003).

No músculo, além do tecido muscular existe o tecido conjuntivo, que une e sustenta outros tecidos, e é composto por células e substâncias intercelulares. As substâncias intercelulares do tecido conjuntivo são as fibras (colágenas, elásticas e reticulares) e a substância fundamental amorfa. Essas fibras colágenas são compostas pela proteína colágena ou colágeno, sendo esta a principal proteína estrutural do tecido conjuntivo (Pardi et al., 1996). O colágeno é encontrado nos tecidos dos vertebrados (constituindo 1/3 do total de suas proteínas) e invertebrados, exercendo funções diversas, dependendo de sua localização (Lira, 1997).

Existem numerosos fatores de variação do colágeno, onde se destacam: a raça, a localização do músculo, o sexo, a idade, a utilização de anabolizantes e o estado de maturação da carne. Além disso, há uma correlação direta entre o aumento da textura da carne e a idade do animal, uma vez que na medida em que a idade avança as ligações cruzadas são substituídas por ligações mais resistentes, não reduzíveis, que se originam da associação das cetoaminas. Essas ligações conectam três moléculas de colágeno e levam à estabilização da sua rede de transmissão, diminuindo a sua solubilidade e, conseqüentemente, aumentando a dureza da carne. Em função dessa relação, a sua determinação, em conjunto com métodos objetivos instrumentais e subjetivos sensoriais, tem sido utilizada para avaliar o grau de maciez da carne (Monteiro, 1998).

2.5.6 Características sensoriais

As características sensoriais da carne estão relacionadas com maciez, suculência, sabor e aroma do produto cozido. Essas características podem ser influenciadas pela dieta, idade, sexo, raça, pH final e tipo de cozimento. A textura e a maciez são secundárias ao sabor e aroma no que diz respeito à aceitabilidade ou não da carne de ovinos e, geralmente, não constituem o principal problema. Normalmente, a carne de animais jovens e de fêmeas é mais macia que a de animais velhos e machos (Jamora & Rhee, 1998).

A suculência da carne cozida depende da sensação de umidade experimentada nos primeiros movimentos mastigatórios devido à rápida liberação de líquido pela carne e da sensação de suculência mantida, que é devida à gordura que estimula a salivação (Pardi et al., 1996).

De acordo com Monin (1998), a textura da carne é percebida como uma combinação de sensações táteis, resultado da interação entre as propriedades físicas e químicas, como a maciez, umidade e elasticidade. A maciez pode ser definida como a facilidade a qual a carne pode ser cortada ou mastigada, e está relacionada com a capacidade de retenção de água, estrutura miofibrilar, tecido conjuntivo e da interação entre fibras musculares e matriz extracelular.

O sabor da carne é uma característica sensorial de grande importância na aceitabilidade geral do produto. A carne crua tem sabor a sangue e pouco aroma, possuindo compostos como aminoácidos, peptídeos e açúcares redutores que serão os precursores e estimuladores do sabor final. A interação e degradação de alguns desses compostos produzem outros compostos intermediários ou voláteis, que contribuem para o desenvolvimento do sabor típico durante o cozimento (Lien, 2002).

Para carne de cordeiro, o termo sabor de “ovino” usualmente empregado refere-se ao sabor característico que esta carne apresenta, independente da idade,

o que é considerado, por muitos consumidores, como indesejável. Esse sabor torna-se mais pronunciado quando a carne é submetida a temperaturas mais altas de cozimento, e especialmente quando reações de escurecimento acontecem (Cramer, 1983).

Segundo Batcher et al. (1969), o consumidor pode aceitar ou rejeitar uma carne cozida de cordeiro com base apenas em seu sabor e aroma, enquanto a aceitabilidade de outras carnes, como a bovina e suína, também é determinada pela maciez e suculência.

Nos Estados Unidos, uma das razões para o baixo consumo de carne ovina é o sabor característico desta, enquanto em países como Nova Zelândia, Austrália, Kuwait, Arábia Saudita, Líbia e Irã esse fato não é objeção para um elevado consumo, que é influenciado por práticas históricas de criação e por tradições culturais e religiosas (Field et al., 1983; Jamora & Rhee, 1998; Young et al., 1994).

Antes da carne ser cozida, odores específicos são evidentes. Manipuladores de carcaças de ovinos desenvolvem um odor característico em suas mãos, provavelmente devido a compostos existentes na gordura animal. A química desse efeito nunca foi examinada e as relações com o odor e o sabor da carne cozida são desconhecidos (Young et al., 1994). Assim, a causa exata desse sabor considerado como indesejável ainda requer maiores estudos, mas acredita-se que misturas complexas de compostos voláteis, além de ácidos graxos modificados durante o cozimento, sejam os principais responsáveis por essa característica. Além disso, compostos formados devido à oxidação lipídica durante o tempo de estocagem também podem ser responsáveis pela acentuação desse sabor (Ponnampalam et al., 2002).

Monteiro (2001) considera que há três tipos de interações entre a gordura e o aroma: a) a gordura é capaz de absorver compostos de aroma hidrofóbicos, tanto os presentes no animal vivo (odor a ovino) como os formados durante o

processamento; b) a gordura é precursora de um grande número de compostos responsáveis pelo aroma (aldeídos, cetonas, ácidos graxos voláteis, álcoois secundários), que podem contribuir para a formação de aromas e sabores, tanto os desejáveis quanto os indesejáveis (aroma de ranço e queimado); e c) acredita-se que os fosfolipídeos sejam os responsáveis por mudanças evidentes na qualidade do aroma da carne.

Quando a carne de ovinos é cozida a 100°C, compostos voláteis derivados dos lipídeos são dominantes no perfil do sabor de cozido. A 165°C o aroma modifica-se, novos compostos são formados, tornando o sabor da carne consideravelmente diferente. Durante o cozimento ocorre, simultaneamente, a degradação térmica e oxidativa dos triglicerídeos da gordura. Na ausência de oxigênio, os lipídeos se degradam termicamente mediante a desidratação, descarboxilação, hidrólise e dehidrogenação, liberando assim ácidos graxos e formando metilcetonas, lactonas e ésteres (Lien, 2002).

Entre os componentes já identificados como responsáveis pelo sabor e aroma característico (doce-amargo) da carne de cordeiro cozida, são citados os ácidos graxos de cadeia curta, com oito a dez átomos de carbono e ramificações laterais, principalmente os ácidos 4-metil-octanóico (ácido hircinóico), 4-metil-nonanóico e 4-etil-octanóico já identificados como um dos responsáveis por esse aroma característico da carne de ovinos e caprinos (Caporaso et al., 1977; Roça, 1993; Rousset-Akrim, 1997; Jamora & Rhee, 1998).

No entanto, a caracterização do sabor é bem mais complexa. Young et al. (1997), estudando os efeitos da dieta e terminação sobre os compostos voláteis na gordura de ovinos, detectaram aproximadamente 244 compostos, citando como os principais os alcanos de cadeia longa, ácidos graxos de cadeia curta, lactonas, aldeídos, fenóis, cetona e compostos sulfurosos. Os autores relatam que em 113 desses compostos voláteis observou-se diferença significativa de porcentagem de ocorrência em função dos tratamentos de alimentação

(pastagem e dieta à base de milho).

Sabe-se que a dieta tem efeito significativo no aroma e sabor da carne de ovinos (Rousset-Akrim et al., 1997). Em geral, algumas dietas podem alterar a composição da gordura e, conseqüentemente, alterar o sabor da carne. Dietas à base de silagem podem levar a um sabor e aroma de “suíno”, quando comparadas com animais que foram alimentados a pasto (Field et al., 1983).

Em uma revisão sobre os efeitos da alimentação na carne de ovinos, Melton (1990) descreve que animais alimentados com dietas contendo apenas concentrado produziram carne de maior aceitabilidade de sabor do que aqueles animais alimentados à base de concentrado e pastagem.

Field et al. (1978) citam que ovinos alimentados com dietas contendo 70% de concentrado peletizado apresentaram maior quantidade de gordura na carcaça do que animais que não receberam concentrado. Frente a um painel sensorial treinado para avaliação da gordura, essa foi considerada mais “leve”.

Rousset-Akrim et al. (1997) avaliaram, por meio de um painel sensorial treinado, o sabor da carne e o aroma da gordura de ovinos submetidos a diferentes dietas e pesos de abate, utilizando 10 atributos para sabor e 11 para aroma. Nos animais abatidos mais tardiamente (215 dias) foram detectados os sabores e aromas mais indesejáveis, identificando-se sabores denominados de “ovino” e “fígado”, e aromas de “ovino”, “animal” e “ranço”.

Young et al. (1994) recomendam a avaliação das características sensoriais da carne de ovinos por meio de análises químicas e de um painel sensorial. Os autores salientam que o painel deve ser homogêneo etnicamente e deve avaliar a intensidade e aceitabilidade do sabor de “ovino”, podendo-se utilizar para tais avaliações escalas hedônicas ou estruturadas.

3 METODOLOGIA GERAL

3.1 Condução a campo

O experimento foi realizado no Setor de Ovinocultura do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, no período de Outubro de 2003 a Abril de 2004. Foram utilizados 21 cordeiros machos inteiros, da raça Santa Inês, provenientes de ovelhas do rebanho próprio do Setor de Ovinocultura do DZO.

Após o nascimento, os cordeiros permaneceram com suas mães até atingirem 15 kg, com idade ao redor dos 60 dias. Depois deste período foram separados de suas mães e distribuídos, aleatoriamente, em 3 grupos, recebendo dietas distintas, onde os tratamentos experimentais foram divididos da seguinte maneira (Tabela 2):

- a) Tratamento 1- dieta contendo 100% concentrado;
- b) Tratamento 2- dieta contendo 75% de concentrado e 25% de volumoso;
- c) Tratamento 3- dieta contendo 50% de concentrado e de 50% de volumoso.

TABELA 2. Distribuição das unidades experimentais nos tratamentos de alimentação

	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
	(100:0)	(75:25)	(50:50)
Número de animais	9	8	4
Total	21		

Os animais permaneceram alojados em baias individuais com área de 1,3 m², providas de bebedouros e comedouros, onde foram alimentados artificialmente até atingirem o peso de abate.

3.2 Tratamentos de alimentação

As dietas experimentais foram iso-protéicas, diferenciando apenas em seus níveis de concentrado/volumoso (Tabela 3) e foram balanceadas para atender às exigências nutricionais para um ganho médio de 250g/dia, segundo as recomendações do Agricultural Research Council (1980). As dietas foram compostas por silagem de cana-de-açúcar e/ou polpa de *citrus*, farelo de soja (*Glicine max* L.), uréia e suplemento mineral e vitamínico, e fornecidas duas vezes ao dia, 40% de manhã e 60% à tarde, em quantidades que permitiam uma sobra de 10% do total oferecido. O concentrado oferecido em ambos os tratamentos foi peletizado.

A composição química percentual das dietas e os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), cálcio (Ca) e fósforo (P) dos ingredientes das dietas estão apresentados nas Tabelas 4 e 5, respectivamente.

TABELA 3. Composição percentual (%) dos ingredientes das dietas, expresso em porcentagem da matéria seca¹

Ingredientes	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
	(100:0)	(75:25)	(50:50)
Silagem de Cana-de-açúcar	-	24,51	49,01
Polpa de <i>citrus</i>	76,56	51,07	26,05
Farelo de soja	21,03	21,48	21,47
Uréia	-	0,52	1,05
Suplemento min./vit. ²	2,41	2,41	2,41

¹ Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

² Nutriente/kg de suplemento: cálcio = 230 g; fósforo = 90 g; enxofre = 15 g; magnésio = 20 g; sódio = 48 g; cobalto = 100 mg; cobre = 700 mg; ferro = 2.000 mg; iodo = 80 mg; manganês = 1250 mg; selênio = 200 mg; zinco = 2.700 mg; flúor = 900 mg; vitamina A = 200.000 UI, vitamina D3 = 60.000 UI; vitamina E = 60 UI.

TABELA 4 Composição química (%) das dietas fornecidas, expressos em porcentagem da matéria seca¹

Componentes químicos	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
	(100:0)	(75:25)	(50:50)
MS %	35,65	44,76	59,70
FDNf %	-	12,50	25,00
FDN total %	23,62	34,30	45,05
FDA %	21,24	26,44	31,70
PB %	16,3	16,3	16,3
Cinzas %	8,78	8,43	8,08

¹ Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). MS: matéria seca; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; PB: proteína bruta

TABELA 5 Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e minerais cálcio (Ca) e fósforo (P) dos ingredientes da dieta, expressos em porcentagem da matéria seca¹

Ingredientes	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	Ca (%)	P (%)
Silagem de Cana-de-açúcar	29,4	2,61	71,43	47,0	0,1	0,1
Polpa de <i>citrus</i>	89,5	8,70	27,0	25,0	1,5	0,12
Farelo de soja	89,3	45,5	14,0	10,0	0,3	0,7
Uréia	99,0	281,0	-	-	-	
Suplemento min./vit. ²	96,5	-	-	-	23	9

¹ Análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

² Nutriente/kg de suplemento: cálcio = 230 g; fósforo = 90 g; enxofre = 15 g; magnésio = 20 g; sódio = 48 g; cobalto = 100 mg; cobre = 700 mg; ferro = 2.000 mg; iodo = 80 mg; manganês = 1250 mg; selênio = 200 mg; zinco = 2.700 mg; flúor = 900 mg; vitamina A = 200.000 UI, vitamina D3 = 60.000 UI; vitamina E = 60 UI.

3.3 Abate

Os cordeiros foram abatidos ao atingirem o peso vivo de 35kg. Os animais permaneceram sob jejum alimentar e dieta hídrica durante 16 horas antes do abate. Após a insensibilização mecânica, os animais foram sacrificados por sangria com secção da artéria carótida e das veias jugulares. Após o abate, procedeu-se a esfolagem, a evisceração e a separação da cabeça e das extremidades.

As carcaças foram identificadas e permaneceram em câmara fria por 24 horas, à temperatura de -2°C. Após, as mesmas foram desossadas e coletados os cortes de onde foram retiradas as amostras para as análises laboratoriais.

3.4 Coleta das amostras

Após 24 horas do abate, da ½ carcaça esquerda fria foram obtidas amostras de 2 x 3 x 0,5cm removidas da porção medial dos músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM) e conservadas em fixador de Bouin para posterior análise histológica. O restante dos músculos LD e SM foi embalado em papel filme (polietileno) e papel alumínio, identificado, colocado em sacos plásticos e congelado a -18°C, para posteriores análises físico-químicas e de composição centesimal. Da ½ carcaça direita fria foi removido o músculo LD que também foi embalado em papel filme (polietileno) e papel alumínio, identificado, colocado em saco plástico e congelado a -18°C, para posterior análise sensorial.

3.5 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em que foram comparadas três dietas distintas fornecidas a ovinos da raça Santa Inês. A unidade experimental foi composta por um animal. Os dados das variáveis de composição centesimal, físico-química, morfometria, análise sensorial, perfil de ácidos graxos e colesterol foram submetidos ao modelo Proc Mixed do pacote estatístico SAS (SAS, 1996). A análise de variância foi submetida ao teste de Tukey e identificada quando apresentou nível de significância de 5%. A análise estatística de pH foi feita em parcela subdividida no tempo (hora das medidas) e a análise de variância foi feita no SAS (SAS, 1996).

O modelo experimental utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + M_i + E_i$$

Onde:

Y_{ij} = observação no músculo dos cordeiros abatidos do tratamento i , na repetição j ;

μ = média geral do experimento;

M_i = efeito do tratamento, sendo $i = 1, 2, 3$;

E_i = erro experimental associado à observação Y_i , que por hipótese tem distribuição normal, com média 0 e variância σ^2

O modelo estatístico utilizado para a medida de pH foi:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + \varepsilon_{(i)j} + h_j + th_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} = o valor do pH medido na parcela que recebeu o tratamento i , na subparcela que recebeu o horário de medição j , na repetição k ;

μ = média geral do experimento;

t_i = efeito do tratamento i , ($i = 1, 2, 3$);

$\varepsilon_{(i)j}$ = erro experimental da parcela;

h_j = efeito do horário de medição do pH j , ($j = 1, \dots, 5$);

th_{ij} = efeito da interação entre o tratamento i e o horário de medição do pH j ;

ε_{ijk} = erro experimental associado à subparcela, que por hipótese tem distribuição normal, com média 0 e variância σ^2 .

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L. R. **Factors affecting the biosynthesis of branched-chain fatty acids in milk fat**. 1993. 163p. Thesis (Doctor of Philosophy Food Science) - University of Wisconsin, Madison, Wisconsin.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirement of farm animals**. London, 1980. 351p.

ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and requirements for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.80, n.7, p.1447-1462, July. 1997. (Symposium meeting the fiber requirements of dairy cows).

AMMERMAN, C. B.; HENRY, P. R. Citrus and vegetable products for ruminant animals. In: **Proceedings Alternative Feeds for Dairy and Beef Cattle**, St. Louis, 1991, 103p.

ANDRADE, M. A. F. **Desempenho de novilhas holandesas alimentadas com cana-de-açúcar como forrageira única**. 1999. 56p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ANUALPEC. **Anuário de Pecuária Brasileira**. 12ed. São Paulo: FNP, 2005. 400p.

ASHMORE, C. R. Phenotypic expression of muscle fiber types and some implications to meat quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.38, n.5, p.1158-1164, Apr. 1974.

BAER, R. J. Producción e utilización de leche de vaca y productos com ácidos grasos insaturados incorporados. In: PHILLIPS, C. J. C. **Avances de la ciencia de la producción lechera**. Zaragoza: Acribia, 1996. p.253-268.

BANKS, W. J. **Histologia Veterinária Aplicada**. 2ed. São Paulo: Manole, 1991. 629p.

BARNES, A. C. **The sugar cane**. 2ed. Aylesbury: Leonard Hill Books, 1974. 572p.

BATCHER, O. M.; BRANT, A. W.; KUNZE, M. S. Sensory evaluation of lamb and yearling mutton flavors. **Journal of Food Science**, Chicago, v.34, p.272-274, 1969.

BAUMAN, D. E.; BAUMGARD, L. H.; CORL, B. A. Biosynthesis of conjugated linoleic acids in ruminants. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999, p.1-15.

BELDA, M. C. R.; POURCHET-CAMPOS, M. A. Ácidos graxos essenciais em nutrição: uma visão atualizada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.11, n.1, p.5-35, jan./jun. 1991.

BENDALL, J. R. "Post mortem" changes in muscle. Relation between muscle pH and important biochemical parameters during the post mortem changes in mammalian muscles. In: _____. **The structure and function of muscle**. New York: Academic, v.2, 1973. p.143-157.

BERGMAN, E. N. Energy contribution of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, Bethesda, v.70, n.2, p. 567-590, Apr. 1990.

BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, J.; RIBEIRO, J. M. R.; PORTUGAL, A. V. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. **Livestock Production Science**, New York, v.63, n.3, p.201-211, May. 2000.

BONAGURIO, S. **Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos**. 2001. 150p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BONAGURIO, S., PERÉZ, J.R.O., GARCIA, I. F.; BRESSAN, M. C.; LEMOS, A. L. S. C. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.1981-1991, nov./dez. 2003.

BRAGAGNOLO, N. Fatores que Influenciam os Níveis de Colesterol nos Alimentos. In: SEMINÁRIO "COLESTEROL": ANÁLISE, OCORRÊNCIA, REDUÇÃO EM ALIMENTOS E IMPLICAÇÕES NA SAÚDE, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: Centro de Química e Alimentos e Nutrição Aplicada ITAL, 1996. p.67-73.

BRESSAN, M. C.; PRADO, O. V.; PÉREZ, J. R. O.; LEMOS, A. L. S. C.; BONAGURIO, S. 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, set./dez. 2001.

BRESSAN, M. C.; BERAQUET, N. J. Tratamentos de pré-resfriamento e resfriamento sobre a qualidade de carne de peito de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.2, p.230-235, abr./jun. 2004.

BROWNING, M. A.; HUFFMAN, D. L.; EGBERT, W. R.; JUNGST, S. B. Physical and compositional characteristics of beef carcasses selected for leanness. **Journal of Food Science**, Chicago, v.55, n.1, p.9-14, Jan./Feb. 1990.

BRUNO FILHO, J. R.; BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P. et al. Digestibilidade da polpa cítrica peletizada na alimentação de bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ, 2000.

CALKINS, C. R.; DUTSON, T.R.; SMITH, G.C.; CARPENTER, Z. L.; DAVIS, G. W. Relationship of fiber type composition to marbling and tenderness of bovine muscle. **Journal of Food Science**, Chicago, v.46, n.3, p.708-710, May/June. 1981.

CAPORASO, F.; SINK, J. D.; DIMICK, P. S.; MUSSINAN, C. J.; SANDERSON, A. Volatile flavor constituents of ovine adipose tissue. **Journal Agricultural of Food Chemistry**, California, v.25, n.6, p.1230-1233, Nov./Dec. 1977.

CARVALHO, M. P. Citros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1995. p.171-214.

CHRSTIE, W. W. **Lipid analysis**. 2.ed. Oxford: Elsevier, 1982. 207p.

CORNFORTH, D. Color – its basis and importance. In: PEARSON, A. M., DUTSON, T. R. (Ed). **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**: advances in meat research series, New York: Elsevier Science, 1994, v.9, p.34-78.

CORNFORTH, D. P.; PEARSON, A. M.; MERKEL, R. A. Relationship of mitochondria and sarcoplasmic reticulum to cold shortening. **Meat Science**, Amsterdam, v.4, p.103-121, Apr./June. 1980.

CORRADELLO, E. F. A. **Criação de ovinos: antiga e contínua atividade lucrativa**. São Paulo: Ícone, 1988. 124p.

CORREIA, A. A. D.; CORREIA, J. H. R. D. **Bioquímica Animal**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1989, 1249p.

CRAMER, D. A. Chemical compounds implicated in lamb flavor. **Food Technology**, Chicago, p.249-257, May.1983.

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

DALL PAI, V.; CURI, P. R. Crescimento pós-natal do coelho Norfolk: correlação entre parâmetros somáticos e área dos tipos de fibras musculares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.12, p.1623-1633, dez. 1992.

DRANSFIELD, E.; SOSNICKI, A. A. Relationship between muscle growth and poultry meat quality. **Poultry Science**, Savoy, v.78, n.5, p.743-746, May. 1999.

FAHMY, M. H.; BOUCHER, J. M.; POSTE, L. M.; GREGOIRE, R.; BUTLER, G.; COMEAU, J. E. Feed efficiency, carcass characteristics and sensory quality of lambs, with or without profilie ancestry, fed diets with different protein supplements. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n.5, p.1365-1374, May. 1992.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAO STAT Agricultura – 2002**. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 10 out. 2005.

FARFAN, J. A. Alimentos que influenciam os níveis de colesterol no organismo. Fatores que influenciam os níveis de colesterol nos alimentos. In: SEMINÁRIO “COLESTEROL”: análise, ocorrência, redução em alimentos e implicações na saúde, 1996, Campinas. **Anais...** Campinas: Centro de Química e Alimentos e Nutrição Aplicada ITAL, 1996. p.35-45.

FEGEROS, K.; ZERVAS, G.; STAMOULI, S.; APOSTOLAKI, E. Nutritive value of dried citrus pulp and it's effect on milk yield and milk composition of lactating ewes. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.78, n.5, p.1116-1121, May. 1995.

FELÍCIO, P. E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. p.89-97.

FERNANDES, F. M. N.; OLIVEIRA, M. A. G. de. Comercialização da carne ovina, situação atual e perspectivas de mercado. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE OVINOCULTURA, 1., 2001, Lavras. **Anais...**Lavras: UFLA, 2001. p.143-156.

FIELD, R. A.; WILLIAMS, J. C.; FERRELL, C. L.; CROUSE, J. D.; KUNSMAN, E. Dietary alteration of palatability and fatty acids in meat from light and heavy weight ram lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.47, n.4, p.858-864, Oct. 1978.

FIELD, R. A.; WILLIAMS, J. C.; MILLER, G.J. The effect of diet on lamb flavor. **Food Technology**, Chicago, v.37, n.5, p.258-263, May.1983.

FLETCHER, D. L. Ante mortem factors related to meat quality. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON THE QUALITY OF POULTRY MEAT, 10., 1991, Beekbergen. **Proceedings...** Beekbergen: Spelderholt Centre for Poultry Research and Information Services, 1991. p.11-19.

FORREST, J. C.; ABERLE, E. D.; HEDRICK, H. B. JUDGE, M. D.; MERKEL, R. A. **Fundamentos de ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1979. 364p.

FRANCIS, S. J., ALLEN, D. M., KASTNER, C. L.; FELÍCIO, P. E. The effect of coring method on beef longissimus muscle shear force values. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.32, n.6, p.1294-1297, 1981.

GARCIA, I. F. F.; PÉREZ, J. R. O.; TEIXEIRA, J. C.; BARBOSA, C. M. P. Desempenho de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês puros, terminados em confinamento, alimentados com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.2, p.564-572, mar./abr. 2000.

GRASSER, L. A.; FADEL, J. G.; GARNETT, L.; DEPETERS, E. J. Quantity and economic importance of nine selected by products used by Califórnia dairy rations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.78, n.4, p.972-971, Apr. 1995.

GRAZIOLA, F.; SOLIS, V. S.; CURI, R. Estrutura química e classificação dos ácidos graxos. In: CURI, R.; POMPEIA, C.; MIYASAKA, C. K.; PROCOPIO, J. (Ed). **Entendo a gordura: os ácidos graxos**. Barueri: Manole, 2002. p.5-23.

HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P. N. (Ed). **The rumen microbial ecosystem**. Aberdeen: Elsevier Applied Science, 1988. p.283-321.

HARWOOD, J. L. Plant acyl lipids: structure, distribution and analyses. In: STUMPF, P. K.; CONN, E. E. (Ed). **The biochemistry of plants**. New York: Academic Press, 1980, v.4. p.1-55.

HAWKINS, R.R.; MOODY, W. G.; KEMP, J. D. Influence of genetic type, slaughter weight and sex on ovine muscle fiber and fat-cell development. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.61, n.5, p.1154-1163, Nov. 1985.

HOFFMAN, L. C.; MULLER, M.; CLOETE, S. W. P.; SCHMIDT, D. Comparison of six crossbred lamb types: sensory, physical and nutritional meat quality characteristics. **Meat Science**, Amsterdam, v.65, n.4, p.1265-1274, Dec. 2003.

HONIKEL, K. O.; FISCHER, C. A. A rapid method for the detection of PSE and DFD porcine muscles. **Journal of Food Science**, Chicago, v.42, n.7, p.1663-1676, 1977.

JUDGE, M.; ABERLE, E.; FORREST, H. et al. **Principles of meat science**. Iowa: Kendall Hunt, 1989. 351p.

JAMORA, J. J.; RHEE, K. S. The uniqueness of lambs: nutritional and sensory properties. **Sheep & Goat Research Journal**, Englewood, v.14, n.1, p.53-64, Jan. 1998.

KELLY, M. L.; BERRY, J. E.; DWYER, J. M.; GRINARI, J. M.; CHOUINARD, P. Y.; VAN AMBURG, M. E.; BAUMAN, D. E. Dietary fatty acids sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. **Journal of Nutrition**, Gainesville, v.128, n.4, p.881-885, Apr. 1998.

KOOHMARAIE M.; SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; LONERGAN, S. M.; DOUMIT, M. E. A muscle hypertrophy condition in lamb (callipyge): characterization of effects on muscle growth and meat quality traits.

Journal of Animal Science, Champaign, v.73, n.12, p.3596-3607, Dec. 1995.

KORKEALA, H.; MÄKI-PETÄYS, O.; ALANKO, T.; SORVETTULA, O.
Determination of pH in meat. **Meat Science**, Amsterdam, v.18, n.2, p.121-132,
1986.

LAWLESS, F.; MURPHY, J. J.; HARRINGTON, D.; DEVERY, R.;
STANTON, C. Elevation of conjugated cis-9, trans-11 octadecadienoic acid in
bovine milk because dietary supplementation. **Journal of Dairy Science**,
Champaign, v.81, n.12, p.3259-3267, Dec. 1998.

LIEN, R. El sabor de la carne. **CarneTec**, n.127, p.30-37, set./out. 2002.

LIRA, G. M. Influência do colágeno sobre a textura de carnes. **Higiene
Alimentar**, São Paulo, v.11, n.48, p.12-18, mar./abr. 1997.

LOCK, A. L.; GARNSWORTHY, P. C. Seasonal variation in milk conjugated
linoleic acid and Δ^9 -desaturase activity in dairy cows. **Livestock Production
Science**, New York, v.79, n.1, p.47-59, Jan. 2003.

LOCKER, R.H.; HAGYARD, C. J. A. Cold shortening effect in beef muscle.
Journal of the Science of Food and Agriculture, Oxford, v.14, n.12, p.787-
793, Dec. 1963.

LOOSLI, J. K.; BATTLE, E. E.; FLATT, W. P.; JACOBSON, N. L.;
NOLLER, C. V.; RONNING, M. **National Research Council. Nutrient
requirements of dairy cattle**. 4.ed. Washington: National Academy Press,
1971.

MACDONALD, P.; EDWARD, R. A.; GREENHALGH, J. E. D. **Nutricción
animal**. 5.ed. Zaragoza: Acribia, 1996. 576p.

MACDOUGALL, D. B. Colour of meat. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R.
(Ed). **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish
products**: advances in meat research series. New York: Elsevier Science, 1994,
v.9, p.79-93.

MADRUGA, M. S.; ARRUDA, S. G. B.; NARAIN, N.; SOUZA, J. G.
Castration and slaughter age effects on panel assessment and aroma compounds
of the mestiço goat meat. **Meat Science**, Amsterdam, v.56, n.2, p.117-125, Oct.
2000.

MARTIN, P. C. Sugarcane forage for cattle feeding. **Cuban Journal of Agricultural Science**, La Habana, v.31, n.2, p.223-233, Feb. 1997.

MATURANO, A. M. P. **Estudo do efeito peso de abate na qualidade da carne de cordeiros da raça Merino Australiano e Ile de France x Merino**. 2003. 94p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

McNAMARA, D. J. Relationship between blood and dietary cholesterol. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. **Meat and health – Advances in Meat Research**. New York: Elsevier Science Publisher, 1990, p. 48-63.

MELTON, S. L. Effects of feeds on flavor of red meat: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, n.12, p.4421-4435, Dec. 1990.

MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. D. F.; LANA, R. P.; SOARES, C. A.; ASSIS, A. J. Cana-de-açúcar como forrageira única para vacas de leite: 1. produção e composição do leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: SBZ, 2001. p.1212-1214.

MENDONÇA, G. de; OSÓRIO, J. C.; OLIVEIRA, N. M.; OSÓRIO, M. T.; ESTEVES, R.; WIENGARD, M. M. Morfologia, características de carcaça e componentes do peso vivo em borregos Corriedale e Ideal. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.2, p.351-355, mar./abr. 2003.

MONIN, G. Recent methods for procesicting quality of whole meat. **Meat Science**, Amsterdam, v.49, p.231-243, Apr. 1998. Suppl.1.

MONTEIRO, E. M. **Influência do cruzamento Ile de France x Corriedale (F1) nos parâmetros de qualidade da carne de cordeiro**. 1998. 99p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

MONTEIRO, E. M. Biosegurança na carne ovina. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE OVINO CULTURA, 1, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras, 2001. p.49-62.

MONTEIRO, E. M. Fibra muscular e parâmetros de qualidade da carne. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Curso de Qualidade da Carne**. Bagé: CPPSul, 2001, p.20-26.

ODA, S. H. I. **Diferentes métodos de abate e sexo na qualidade da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766)**. 2002. 145p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

OLIVEIRA, J. S. **Utilização de cana + uréia na recria de bovinos**. Coronel Pacheco: Embrapa, 1985, 20p. (Circular Técnica, 23).

OLIVEIRA, M. de; OSÓRIO, J. C.; MONTEIRO, E. M. Produção de carne em ovinos de cinco genótipos. 1. Crescimento e desenvolvimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.26, n.3, p.467-470, set./dez. 1996.

OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. Ruminant fermentation. In: CHURCH, D. C. **The ruminant animal**. Englewood Cliffs: Waveland, 1988. p.145-171.

PALMQUIST, D. L.; BEAULIEU, A. D.; BARBANO, D. M. Feed and animal factors influencing milk fat composition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, n.6, p.1753-1771, June. 1993.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F. dos; SOUZA, E. R. de. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. Goiânia: CEGRAF-UFG, 1996. v.1, 586p.

PASCOAL, L. L.; SANCHEZ, L. M. B.; ZANELLA, I.; GOMES, R.; MOOJEN, E. E. L. Desempenho de novilhos confinados submetidos a duas diferentes fontes protéicas associadas com capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) ou cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 25., 1988, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ, 1988. p.97-98.

PÉREZ, J. R. O.; BRESSAN, M. C.; BRAGAGNOLO, N.; PRADO, O. V.; LEMOS, A. L. S. C.; BONAGURIO, S. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.1, p.11-18, jan./abr. 2002.

PINTO, J. B.; SANCHEZ, L. M. B.; ZANELLA, J. R. I.; PIRES, M. B. G. Avaliação de dietas baseadas em cana-de-açúcar para terminação de novilhos em confinamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.24, n.1, p.155-160, Jan. 1994.

PIRES, C. C.; SILVA, L. F.; SCHLICK, F. E.; GUERRA, D. P.; BISCAINO, G.; CARNEIRO, R. M. Cria e terminação de cordeiro em confinamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.5, p.875-880, set./out. 2000.

PONNAMPALAM, E. N.; SINCLAIR, A. J.; EGAN, A. R.; FERRIER, G. R.; LEURY, B. J. Dietary manipulation of muscle long-chain omega-3 and omega-6 fatty acids and sensory properties of lamb meat. **Meat Science**, Amsterdam, v.60, n.2, p.125-132, Feb. 2002.

PRESTON, T. R. Urea y caña de azúcar en la alimentación de bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 21., 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBZ, 1984. p.99-100.

PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. **Ciencia de la Carne y de los Productos Carnicos**. 2ed. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994. 581p.

REBELLO, F. de F. P. **Restrição alimentar na qualidade da carne de cordeiros**. 2003. 125p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

REHFELDT, C.; FIEDLER, I.; DIETL, G.; ENDER, K. Myogenesis and postnatal skeletal muscle cell growth as influenced by selection. **Livestock Production Science**, New York, v. 66, n.2, p.177-188, Oct. 2000.

RODRIGUES A. A.; PRIMAVESI, O.; ESTEVES, E. S. N. Efeito da qualidade de variedades de cana-de-açúcar sobre seu valor como alimento para bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.3, n.12, p.1333-1338, dez. 1997.

ROÇA, R. de O. Alternativas de aproveitamento da carne ovina. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.18, n.201, p.53-60, nov. 1993.

ROSES, M. H.; REITH, E. J.; ROMIELL, L. J. **Histologia: texto e atlas**. 2ed. São Paulo: Panamericana, 1993. p.203-217.

ROUSSET-AKRIM, S.; YOUNG, O. A.; BERDAGUÉ, J. L. Diet and growth effects in panel assessment of sheepmeat odour and flavour. **Meat Science**, Amsterdam, v.45, n.2, p.169-181, Feb. 1997.

SALVATORI, G.; PANTALEO, L.; DI CESARE, C.; MAIORANO, G.; FILETTI, F.; ORIANI, G. Fatty acid composition and cholesterol content of

muscles as related to genotype and vitamin E treatment in crossbred lambs. **Meat Science**, Amsterdam, v.67, n.1, p.45-55, May. 2004.

SAÑUDO, C.; SANTOLARIA, M.P.; MARÍA G.; OSORIO, M; SIERRA, I. Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production systems. **Meat Science**, Amsterdam, v.42, n.2, p.195-202, Feb. 1996.

SAÑUDO, C.; ENSER, M. E.; CAMPO, M. M.; NUTE, G. R.; MARIA, G.; SIERRA, I.; WOOD, J. D. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, Amsterdam, v.54, n.4, p.339-346, Apr. 2000.

SAÑUDO, C.; CEPERO, R.; SIERRA, I. Variación en la calidad de la carne porcina desde el sacrificio hasta la venta al consumidor. **ANAPORC**, v.32, p.9-33, 1985.

SARTORI, R. R., GONZALES, E., DALL PAI, V.; OLIVEIRA, H. N.; BOLELI, I. C.; MACARI, M. Tipos de fibras do músculo flexor longo do hálux de frangos de corte machos de diferentes linhagens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.1, n.3, p.181-185, set./dez. 1999.

SAS - Institute. **SAS User's guide: Statistics**. 5.ed. Cary, 1996. 1290p.

SAYRE, R. N.; BRISKEY, E. J.; HOEKSTRA, W. G. et al. Alteration of post mortem change in porcine muscle by preslaughter heat treatments and diet modification. **Journal of Food Science**, v.28, n.3, p.292-297, May/Jun. 1963.

SCHÖNFELDT, H.C; NAUDÉ, R.T; BOK, W.; VAN HEERDEN, S. M.; SMIT, R.; BOSHOFF, E. Flavour and tenderness-related quality characteristics of goat and sheep meat. **Meat Science**, Amsterdam, v.34, n.3, p.363-379, 1993.

SEIDEMAN, S. C.; CROUSE, J. D. The effects of sex condition, genotype and diet on bovine muscle fiber characteristics. **Meat Science**, Amsterdam, v.17, n.2, p.55-72, 1986.

SHORTHOSE, W.R. Effects of level of feeding, pre-slaughter stress and method of slaughter on postmortem glycolysis of sheep muscles. **Meat Science**, Amsterdam, v.2, n.3, p.189-198, July.1978.

SILVA SOBRINHO, A G. **Produção de ovinos**. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 210p.

SILVA, R. R. **O agronegócio brasileiro da carne caprina e ovina**. Salvador: RR da Silva, 2002. 111p.

SIQUEIRA, E. R. Confinamento de cordeiros. In: SIMPÓSIO PAULISTA DE OVINOCULTURA E ENCONTRO INTERNACIONAL OVINOCULTORES, 5., 1999, Botucatu. **Anais...** Botucatu, SP: ASPACO, 1999. p.52-59.

SOGLIA, S. L. O. **Perfil de ácidos graxos e concentração de ácido linoléico conjugado (CLA) na gordura do leite de vacas alimentadas com diferentes fontes de lipídeos**. 2003. 75p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SOLOMON, M.B.; KEMP, J.D.; MOODY, W.G.; ELY, D. G.; FOX, J. D. Effect of Breed and Slaughter Weight on Physical, Chemical and Organoleptic Properties of Lamb Carcasses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.51, n.5, p.1102-1107, Nov. 1980.

SOLOMON, M. B.; LYNCH, G. P.; ONO, K.; PAROCZAY, E. Lipid composition of muscle and adipose tissue from crossbred ram, wether and cryptorchid lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, n.1, p.137-142, Jan. 1990.

SOUZA, X. R. **Efeito do grupo genético, sexo e peso ao abate na qualidade da carne de cordeiros em crescimento**. 2001. 119p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SOUZA, X. R.; PÉREZ, J. R. O., BRESSAN, M. C.; LEMOS, A. L. S. C.; BONAGURIO, S.; GARCIA, I. F. F. Composição centesimal do músculo *biceps femuris* de cordeiros em crescimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.26, p.1507-1513, dez. 2002.

SUSIN, I. Confinamento de cordeiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: SBZ, 2001. p.454-460.

VALADARES FILHO, S. C.; BRODERICK, G. A.; VALADARES, R. F. D.; CLAYTON, M. K. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn

nutrient utilization and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.83, n.1, p.106-114, Jan. 2000.

VISENTAINER, J. V.; FRANCO, M. R. B.; VISENTAINER, J. E. L.
Essencialidade dos ácidos graxos de cadeia longa no homem: uma análise crítica. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.27, n.315, p.84-88, maio. 2003.

VOET, D.; VOET, J. G.; PRATT, C. W. **Fundamentos de bioquímica**. Porto Alegre: Artmed, 2000. 931p.

VOSEY, P. Engineering onessment and critique of instruments used for meat tenderness evaluation. **Journal Texture Science**, Connecticut, v.7, n.1, p.11-48, Mar. 1976.

WEGNER, J.; ALBRECHT, E.; FIEDLER, I.; TEUSCHER, F.; PAPSTEIN, H. J.; ENDER, K. Growth and breed related changes of muscle fiber characteristics in cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.78, n.6, p.1485-1496, June. 2000.

WEELER, T. L., KOOMARAIE, M. Prerigor and postrigor changes in tenderness of ovine longissimus muscle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, n.5, p.1232-1238, May. 1994.

WING, J. M. **Citrus feedstuffs of dairy cattle**. Gainesville: University of Flórida, 1982. 25p. (Bulletin 829).

WOOD, J. D.; FISHER, A. V. **Reducing fat in meat animals**. London: Elsevier Applied Science, 1990, 469p.

YOUNG, O. A.; REID, D. H.; SMITH, M. E.; BRAGGINS, T. J. Sheepmeat odour and flavour. In: SHAHIDI, F. (Ed). **Flavour of meat and meat products**. New York: Black Academic & Professional, 1994, p.71-97.

YOUNG, O. A.; BERDAGUÉ, J. L.; VIALON, C.; POUSETT-AKRIM, S.; THERIEZ, M. Fat-borne volatiles and sheepmeat odour. **Meat Science**, Amsterdam, v.45, n.2, p.183-200, Feb. 1997.

ZAPATA, J. F. F.; SEABRA, L. M. J.; NOGUEIRA, C. M.; BARROS, N.
Estudo da qualidade da carne ovina do nordeste brasileiro: propriedades físicas e

sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.2, p.274-277, maio/ago. 2000.

ZEOLA, N. M. B. L. Conceitos e parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da carne ovina. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.26, n.304, p.36-56, jun. 2002.

ZEOLA, N. M. B. L.; SILVA SOBRINHO A. G.; NETO, S. G.; MARQUES, C. A. T. 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, jan./fev. 2004.

CAPÍTULO 2
COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

RESUMO

FERRÃO, Sibelli Passini Barbosa. Composição centesimal. In:_____. **Características morfométricas, sensoriais e qualitativas da carne de cordeiros**. 2006. p.65-81. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹

A carne se caracteriza pela natureza das proteínas que a compõem, rica em aminoácidos essenciais, e por ser excelente fonte de energia, minerais e vitaminas, fundamentais à saúde do homem. A composição química da carne ovina pode sofrer variações de acordo com o genótipo, idade, peso ao abate e manejo alimentar. O objetivo do presente trabalho foi estudar a composição centesimal da carne de 21 cordeiros da raça santa Inês, abatidos aos 35kg, e submetidos a três dietas distintas à base de silagem de cana-de-açúcar e polpa de *citrus*, diferenciando-se apenas em seus níveis de concentrado:volumoso (100:0; 75:25; 50:50). O experimento de campo foi conduzido no Setor de Ovinocultura do DZO da UFLA, Lavras/MG. Após jejum e dieta hídrica de 16h, os animais foram abatidos e as carcaças permaneceram em câmara fria a -2°C/24h. Os músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM) foram retirados para as análises de umidade, proteína bruta, lipídeos totais e cinzas, as quais foram realizadas no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da UFLA, Lavras/MG. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado e as médias das variáveis foram analisadas pelo Proc Mixed do pacote estatístico SAS. A composição centesimal do músculo LD não foi influenciada pelas diferentes dietas, com valores médios variando de 74,37 a 75,24%, 21,28 a 21,99%, 2,80 a 3,28% e 0,74 a 0,98% para umidade, proteína, lipídeos e cinzas, respectivamente. Para o músculo SM, os parâmetros de umidade, proteína e cinzas foram semelhantes entre os animais ($P>0,05$), e apenas o percentual de lipídeos foi influenciado pelas diferentes dietas. Os cordeiros que receberam a dieta 100:0 apresentaram teor de lipídeos mais elevado (2,35%), seguido da dieta 50:50 (2,09%) e 75:25 (1,93%). As dietas 100:0 e 75:25 foram semelhantes entre si ($P<0,05$) mas diferentes da 50:50. Assim, conclui-se que as diferentes dietas não interferiram de maneira significativa na composição centesimal do músculo LD, mas apenas no teor de lipídeos totais do músculo SM.

¹Comitê de Orientação: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora); Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA; Suely de Fátima Costa - UFLA

ABSTRACT

FERRÃO, Sibelli Passini Barbosa. Chemical composition. In:_____. **Morfometrics, sensorial and qualitative characteristics of meat of lambs.** 2006. p.65-81. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹

Meat is characterized by the nature of its proteins, being rich in essential amino acids, and an excellent energy, mineral and vitamin source, which are basic to man health. The chemical composition of the ovine meat can suffer variations according genotype, age, weight at slaughter and alimentary handling. The objective of this work was to study the centesimal composition of meat of 21 Santa Inês lambs, slaughtered with 35 kg, submitted to three distinct diets having sugar cane ensilage and pulp of *citrus* as a base, only differing on their levels of concentrated:forrage (100:0; 75:25; 50:50). The field experiment was carried out at the Sector of Ovinocultura of DZO of UFLA, Lavras/MG. After fasting and water diet of 16h, the animals have been slaughtered and the carcasses were kept at -2°C/24h. The muscles *longissimus dorsi* (LD) and *semimembranosus* (SM) have been removed, and humidity, gross protein, total lipids and ashes analyses were accomplished at the Food Science Department (DCA) of UFLA, Lavras/MG. The experimental delineation was entirely randomized and the variables averages were analysed by Proc Mixed of SAS statistical program. The centesimal composition of muscle LD was not influenced by the different diets, with average values varying from 74.37 to 75.24%, 21.28 to 21.99%, 2.80 to 3.28% and from to 0.74-0.98% for humidity, protein, lipids and ashes, respectively. For muscle SM, the parameters of humidity, protein and ashes were similar among the animals ($P>0.05$), and only the percentage of lipids was influenced by the different diets. The lambs that had received diet 100:0 have presented higher taxes of lipids (2.35%), followed by the diets 50:50 (2.09%) and 75:25 (1.93%). Diets 100:0 and 75:25 have been similar to each other ($P<0.05$) but different from the 50:50. Thus, it was concluded that the different diets have not interfered significantly with the centesimal composition of the muscle LD, but only in the taxes of total lipids it muscle SM.

¹Guidance Commitaee: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora); Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA; Suely de Fátima Costa - UFLA

1 INTRODUÇÃO

A produção de carne ovina é uma atividade econômica de grande importância para algumas regiões do país, e ainda pouco explorada. Os ovinos apresentam características produtivas diferentes daquelas observadas em bovinos e que devem ser valorizadas para maximizar a produção de carne, como menor período de gestação e idade de abate dos cordeiros em relação aos bovinos, permitindo que os rebanhos ovinos apresentem altas taxas de desfrute e uma elevada produção de carne por hectare. No Brasil, o consumo de carne ovina varia entre regiões e é afetado por uma baixa oferta em quantidade e, muitas vezes, por carcaças provenientes de animais de elevada idade e mal terminados (Sá & Otto de Sá, 2005).

Determinar a qualidade da carne é uma tarefa difícil e está relacionada com a saúde e os hábitos dos consumidores. Atualmente, há uma tendência em produzir carnes padronizadas e de alta qualidade, com maior massa muscular e baixo teor de gordura, a partir de carcaças de cordeiros jovens, atendendo assim as necessidades de um consumidor diferenciado (Fernandes & Oliveira, 2001; Sá & Otto de Sá, 2005).

Diferentes fatores podem influenciar a composição centesimal da carne de ovinos, de forma a reduzir o teor lipídico e aumentar a massa muscular, tais como sexo, nutrição, grupo genético e peso de abate (Bonagurio, 2001; Souza et al., 2002).

Na busca por melhores resultados zootécnicos e econômicos, além da utilização de raças precoces especializadas para a produção de carne, o uso crescente de diversas estratégias de suplementação alimentar tem sido adotado em oposição aos sistemas tradicionais de terminação a pasto, com o objetivo de diminuir a idade ao abate e melhorar a qualidade da carcaça (Almeida Junior et

al., 2004; Zeola et al., 2004). Segundo Madruga et al. (2005), a terminação de cordeiros em confinamento com dietas de elevado valor nutritivo e formuladas a partir de alimentos alternativos constitui-se uma prioridade econômica aos sistemas intensivos de criação, atingindo os animais níveis elevados de ganho de peso e obtenção de carcaças de melhor qualidade.

Pérez et al. (2002), em trabalho desenvolvido com cordeiros das raças Santa Inês (SI) e Bergamácia (BE), encontraram que a raça BE apresentou maior umidade e menor teor de lipídeos no músculo *longissimus dorsi* que a SI. Bonagurio (2001), trabalhando com animais Santa Inês (SI) puros, machos e fêmeas, e cruzas com Texel (T x SI), abatidos em diferentes pesos, concluiu que com o aumento do peso ao abate, houve um menor teor de umidade e cinzas e aumento do extrato etéreo, com uma tendência a diminuir o teor de proteína.

Russo et al. (1999) verificaram que a composição centesimal foi influenciada pelo peso de abate, com animais mais pesados depositando mais gordura e, como consequência, apresentaram menos água e mais proteína. Kemp et al. (1976) também observaram a influência do peso na composição centesimal, e comparando o efeito de diferentes dietas encontraram que dietas mais protéicas resultaram em carnes com menor percentagem de umidade e proteína e maior teor de gordura.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes dietas sobre a composição centesimal dos músculos *longissimus dorsi* e *semimembranosus* de cordeiros da raça Santa Inês.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Composição centesimal

As amostras dos músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM) foram descongeladas a temperatura de refrigeração (5°C), trituradas em multiprocessador até a obtenção de uma amostra homogênea, que foi utilizada para as determinações dos teores de umidade, proteína, lipídeos totais (gordura), cinzas e colesterol. As análises laboratoriais foram realizadas em duplicata, nos Laboratórios do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (Laboratório de Tecnologia de Carnes e Pescado e Laboratório de Análise de Alimentos) e serão apresentados em base úmida.

2.1.1 Umidade

A umidade das amostras foi calculada segundo a perda de umidade e pela evaporação de compostos voláteis, quando submetidas a uma temperatura de 105°C/24h até peso constante, sendo o valor calculado pela diferença encontrada entre o teor de umidade perdido, segundo Horwitz (1990).

2.1.2 Proteína

A determinação da proteína bruta foi realizada pelo método de microKjeldahl, que se baseia na determinação do nitrogênio total. As proteínas e outros compostos nitrogenados foram decompostos na presença de ácido sulfúrico concentrado, a quente, com produção de amônia. O sulfato de potássio foi adicionado, a fim de aumentar o ponto de ebulição do ácido sulfúrico, e o sulfato de cobre como catalisador oxidante. O sulfato de amônio resultante, na

presença da solução concentrada de hidróxido de sódio, libera NH_3 que foi recebida em solução de ácido bórico. A amônia, na solução de ácido bórico, foi titulada com ácido clorídrico 0,2N e, assim, se determinou o teor de nitrogênio da amostra. Para o cálculo da proteína bruta, se utilizou o fator 6,25 (Silva, 1981).

2.1.3 Lipídeos Totais

Os lipídeos totais foram extraídos pelo método de Soxhlet baseado na solubilização de lipídios, esteróis, fosfatídeos, vitaminas A e D, carotenóides, essências e pigmentos em solventes orgânicos e apolares como o éter etílico. As amostras utilizadas para umidade, foram maceradas em almofariz e transferidas para um funil de papel de filtro, que foi tampado com algodão para evitar a perda de amostra durante a extração. Estes filtros ficaram imersos em éter de petróleo dentro de um reboiler, previamente tarado, durante duas horas. Após este período, o filtro foi retirado e aguardou-se que o éter evaporasse totalmente do reboiler, restando somente a gordura. O reboiler foi colocado em estufa a 105°C e, através da diferença de peso, determinou-se a quantidade de gordura na amostra (Horwitz, 1990).

2.1.4 Cinzas

As amostras foram pesadas, colocadas em cadinhos de porcelana e calcinadas em bico de gás até que o material estivesse completamente carbonizado. Após isto, os cadinhos foram transferidos para a mufla a 550°C , deixando-os por um período suficiente para a total incineração das amostras. A diferença de peso dos cadinhos de porcelana mais amostra e dos cadinhos de

porcelana mais amostra seca permitiu determinar a quantidade de cinzas presentes (Instituto Adolfo Lutz - IAL, 1997).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios percentuais da composição centesimal (umidade, proteínas, lipídeos totais e cinzas) dos músculos LD e SM estão apresentados nas Tabelas 6 e 7, respectivamente.

As diferentes dietas não influenciaram ($P>0,05$) as medidas da composição centesimal do músculo LD.

TABELA 6 Médias em percentagem de umidade, proteínas, lipídeos totais e cinzas (\pm DP) do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês, alimentados com diferentes dietas

	Dietas (Concentrado:Forragem)		
	100:0	75:25	50:50
Umidade	74,37 \pm 0,25	75,02 \pm 0,26	75,24 \pm 0,37
Proteínas	21,99 \pm 0,30	21,60 \pm 0,32	21,28 \pm 0,45
Lipídeos Totais	3,28 \pm 0,23	2,80 \pm 0,24	3,06 \pm 0,34
Cinzas	0,90 \pm 0,06	0,98 \pm 0,06	0,74 \pm 0,09
Total	100,54 \pm 0,19	100,40 \pm 0,20	100,32 \pm 0,29

Nível de significância pelo teste de Tukey ($P<0,05$)

Os resultados da análise de variância mostraram que as diferentes dietas influenciaram significativamente ($P<0,05$) o percentual de lipídeos totais no músculo *semimembranosus*. Entretanto, para esse músculo, os demais parâmetros (umidade, proteína e cinzas) foram semelhantes entre os animais ($P>0,05$).

TABELA 7 Médias em percentagem de umidade, proteínas, lipídeos totais e cinzas (\pm DP) do músculo *semimembranosus* de cordeiros Santa Inês, alimentados com diferentes dietas

	Dietas (Concentrado:Forragem)		
	100:0	75:25	50:50
Umidade	75,65 \pm 0,25	75,88 \pm 0,26	75,98 \pm 0,37
Proteínas	20,92 \pm 0,31	21,52 \pm 0,32	21,31 \pm 0,46
Lipídeos Totais	2,35 ^A \pm 0,10	1,93 ^B \pm 0,11	2,09 ^{AB} \pm 0,15
Cinzas	0,91 \pm 0,04	0,86 \pm 0,04	1,04 \pm 0,06
Total	99,83 \pm 0,14	100,19 \pm 0,14	100,42 \pm 0,20

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Nas linhas, letras maiúsculas (A,B) para as dietas.

Os cordeiros alimentados com a dieta contendo 100% de concentrado apresentaram o maior teor de lipídeos totais no músculo SM (2,35%), seguido da dieta de 50% de concentrado e 50% de forragem (2,09%) e 75% de concentrado e 25% forragem (1,93%). As dietas de 100:0 e 75:25 foram significativamente diferentes entre si, mas não houve diferença entre os tratamentos 100:0 e 75:25 e a dieta 50:50. Esse fato sugere o potencial da raça Santa Inês em depositar gordura mesmo sob dietas com um teor nutritivo mais baixo.

Segundo Forrest et al. (1979) e Horcada et al. (1998), quando há a influência de fatores durante o crescimento e desenvolvimento animal, como alimentação e manejo, o componente que apresenta maior variação na carne é a gordura. Segundo Boggs & Merkel (1993), à medida que o animal se desenvolve a deposição de músculo e gordura aumenta e o crescimento ósseo reduz.

A deposição de gordura pode ser mais evidente em alguns cortes de carcaça do que em outros, como foi demonstrado no trabalho de McClure et al. (1995), onde cordeiros confinados depositaram mais gordura nos músculos do

lombo, peito e região torácica do que na perna e paleta. Analisando os dados do presente estudo verifica-se comportamento semelhante, com diferenças para o teor de lipídeos totais entre os músculos LD e SM, onde teores mais elevados de gordura foram depositados no músculo LD (2,80% a 3,28%) em relação ao músculo SM (1,93% a 2,35%). Tal fato pode ocorrer devido à localização anatômica dos músculos, às características de terminação e às funções musculares.

Dietas ricas em concentrado produzem carne com maior teor de gordura, aumentando a suculência e a maciez da mesma, quando os cordeiros são abatidos com pesos elevados. Essa maior deposição de gordura foi observada para o músculo SM, onde os cordeiros alimentados com a dieta 100:0 depositaram mais gordura intramuscular (2,35%) do que os animais alimentados com as demais dietas (1,93% a 2,09%). Os resultados encontrados concordam com os trabalhos realizados por Murphy et al. (1994), McClure et al. (1994) e McClure et al. (1995), que descreveram teores de gordura mais elevados em cortes musculares de animais alimentados com dietas à base de concentrado, com valores variando de 3,9%, 3,9% e 3,67%, respectivamente.

Zeola et al. (2004), em estudo para avaliar a influência de dietas com diferentes níveis de concentrado:volumoso (D1- 60:40; D2 - 45:55 e D3- 30:70) sobre a composição centesimal do músculo *semimembranosus* de cordeiros Morada Nova, não encontraram diferença significativa para os teores de umidade, matéria mineral e gordura, com influência dos níveis de concentrado apenas para o teor de proteína. No entanto, semelhante ao presente trabalho, os autores observaram que as dietas com maiores níveis de concentrado propiciaram teores mais elevados de gordura na carne, com valores médios de 2,40%, 2,21% e 2,14% para D1, D2 e D3, respectivamente.

Entretanto, Zapata et al. (2000) avaliando a composição centesimal de cordeiros provenientes dos cruzamentos entre animais das raças Somalis

Brasileira x Crioula e Santa Inês x Crioula, alimentados *ad libitum* com feno + concentrado com 20% de proteína bruta, não observaram efeito do genótipo nem do sistema de alimentação na composição centesimal da carne de pernil desses animais, com valores de umidade, proteína, cinzas e gordura variando entre 76,12% a 76,19%, 19,19% a 19,46%, 1,08% a 1,10% e 2,01% a 2,39%, respectivamente.

Teores de gordura mais elevados foram descritos por Madruga et al. (2005), que avaliando os aspectos qualitativos da carne de cordeiros Santa Inês submetidos a 4 dietas distintas contendo diferentes volumosos e sempre com 40% de concentrado, encontraram influência significativa sobre os teores de composição centesimal, com o teor de lipídeos como o parâmetro que foi mais afetado pelo efeito das dietas, onde os cordeiros alimentados com volumosos energéticos de capim d'água, restolho de abacaxi e silagem de milho e abatidos aos 29,3kg apresentaram carne com maiores concentrações lipídicas, com teores médios de 6,93%, 8,09% e 8,38%, respectivamente. Os ovinos alimentados com dieta à base de palma forrageira e abatidos aos 16,7kg apresentaram carne com teores de gordura reduzidos em relação às outras dietas, com valores médios de 2,74%.

Faria (2005) avaliando o efeito genético dos cruzamentos Texel x Ideal e Texel x Corriedale de cordeiros criados sob sistema extensivo, sobre a composição centesimal do músculo *longissimus dorsi* não encontrou diferenças para os teores de umidade, cinzas e proteína, mas observou influência ($P < 0,01$) sobre o percentual de lipídeos totais, onde os cordeiros provenientes do cruzamento Texel x Ideal mostraram teor de lipídeos totais mais elevados (1,39%) do que os cordeiros Texel x Corriedale (1,10%). Tais resultados foram inferiores aos encontrados nesse experimento.

Bonagurio (2001) trabalhando com animais Santa Inês puros e cruzas com Texel alimentados com dietas contendo 80% de concentrado e 20% de

volumoso, e abatidos em diferentes pesos (15, 25, 35 e 45kg), observou que o teor de lipídeos aumentou com o aumento do peso de abate, variando de 3 a 14%, com maiores porcentagens de gordura em animais Santa Inês puros, quando comparados aos animais cruzados com a raça Texel. Os animais abatidos aos 35kg, peso semelhante aos animais do presente estudo, apresentaram teores de gordura superiores, com valores médios de 9,46% para animais Santa Inês e 10,03% para os cruzamentos.

Souza et al. (2002) analisando a composição centesimal de músculos *biceps femoris* não identificaram efeito do grupo genético sobre a composição centesimal, e encontraram diferenças significativas para o peso de abate. Para os animais abatidos aos 35kg, os teores médios de umidade, lipídeos totais, proteína e cinzas foi de 74,43%, 3,14%, 20,88% e 1,13%, respectivamente.

4 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais pode-se concluir que para o músculo LD o uso de diferentes dietas não interferiu na composição centesimal da carne de cordeiros Santa Inês, mas para o músculo SM as dietas demonstraram efeito sobre o teor de lipídeos totais. A dieta com 100% de concentrado propiciou maior teor de lipídeos totais no músculo SM em relação às outras dietas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA JUNIOR, G. A.; COSTA, C.; MONTEIRO, A. L. G.; GARCIA, C. A.; MUNARI, D. P.; NERES, M. A. Qualidade da carne de cordeiros criados em *creep feeding* com silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.4, p.1039-1047, jul./ago. 2004.

BOGGS, D. L.; MERKEL, R. A. **Live animal carcass evaluation and selection manual**. 4ed. Iowa: Iowa State University, 1993. 236p.

BONAGURIO, S. **Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos**. 2001. 150p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FARIA, P. B. **Efeito de diferentes grupos genéticos sobre parâmetros quantitativos e qualitativos da carne de cordeiros**. 2005. 62p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FERNANDES, F. M. N.; OLIVEIRA, M. A. G. de. Comercialização da carne ovina, situação atual e perspectivas de mercado. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE OVINO CULTURA, 1., 2001, Lavras. **Anais...**Lavras, MG: UFLA, 2001. p.143-156.

FORREST, J. C.; ABERLE, E. D.; HEDRICK, H. B.; JUDGE, M. D.; MERKEL, R. A. **Fundamentos de ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1979. 364p.

HORCADA, A.; BERIAIN, M. J.; PURROY, A.; LIZASO, G.; CHASCO, J. Effect of sex on meat quality of Spanish lamb breeds (Lacha e Rasa Aragonesa). **Animal Science**, London, v.67, n.3, p.541-547, Dec. 1998.

HOWITZ, W. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 13.ed. Whashington: AOAC, 1990.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2.ed. São Paulo: IAL, 1997, v.1. 371p.

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

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

McCLURE, K. E.; SOLOMON, M. B.; PARRET, N. A.; VAN KEUREN, R. W. Growth and tissue accretion of lambs fed concentrate in drylot, grazed on alfafa or ryegrass at weaning, or after backgrounding on ryegrass. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, n.11, p.3437-3444, Nov. 1995.

McCLURE, K. E.; VAN KEUREN, R. W.; ALTHOUSE, P. G. Performance and carcass characteristics of weaned lambs either grazed on orchardgrass, ryegrass, or alfafa or fed all-concentrate diets in drylot. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, n.12, p.3230-3237, Dec. 1994.

MURPHY, T. A.; LOERCH, S. C.; McCLURE, K. E., SOLOMON, M. B. Effects of grain or pasture finishing systems on carcass composition and tissue accretion rates of lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, n.12, p.3138-3144, Dec. 1994.

PÉREZ, J. R. O.; BRESSAN, M. C.; BRAGAGNOLO, N.; PRADO, O. V.; LEMOS, A. L. S. C.; BONAGURIO, S. Efeito do peso de abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.1, p.11-18, jan./abr. 2002.

RUSSO, C.; PREZIUSO, G.; CASAROSA, L.; CAMPODONI, G.; CIANCI, D. Effect of diet energy source on the chemical-physical characteristics of meat and depot fat of lambs carcasses. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.33, n.1, p.77-85, June. 1999.

SÁ, J. L.; OTTO DE SÁ, C. Carcaças e carnes ovinas de alta qualidade. **O Berro**, v.73, p.38-42, abr. 2005.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 1981. 166p.

SOUZA, X. R.; PERÉZ, J. R. O., BRESSAN, M. C.; LEMOS, A. L. S. C.; BONAGURIO, S.; GARCIA, I. F. F. Composição centesimal do músculo *biceps femuris* de cordeiros em crescimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.26, p.1507-1513, dez. 2002.

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

ZEOLA, N. M. B. L.; SILVA SOBRINHO A. G.; NETO, S. G.; MARQUES, C. A. T. 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, jan./fev. 2004.

CAPÍTULO 3
FÍSICO-QUÍMICA

RESUMO

FERRÃO, Sibelli Passini Barbosa. Físico-química. In:_____. **Características morfométricas, sensoriais e qualitativas da carne de cordeiros**. 2006. p.82-105. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹

As características de qualidade mais importantes na carne são aparência (cor e brilho) e maciez. Esses atributos podem ser influenciados pelo pH final do músculo, alterando as propriedades organolépticas como suculência, aroma e *flavour*, influenciando a preferência dos consumidores. Com o objetivo de analisar o efeito de diferentes dietas sobre as características físico-químicas (pH, cor – Sistema CIEL*a*b*, perda de peso por cozimento – PPC e força de cisalhamento – FC), 21 cordeiros da raça Santa Inês receberam três dietas distintas à base de silagem de cana-de-açúcar e polpa de *citrus*, diferenciando-se apenas em seus níveis de concentrado:volumoso (100:0; 75:25; 50:50), e foram abatidos aos 35kg. O experimento de campo foi conduzido no Setor de Ovinocultura do DZO da UFLA, Lavras/MG. Após o abate, as carcaças permaneceram em câmara fria a -2°C/24h, realizando-se durante esse período as medidas de pH nos músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM). Os mesmos músculos foram retirados para as análises qualitativas, que foram realizadas no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da UFLA, Lavras/MG. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado e as médias das variáveis foram analisadas pelo Proc Mixed do pacote estatístico SAS. Para as medidas de pH, foi utilizada parcela subdividida nas horas. A queda de pH nos músculos LD e SM foi considerada normal. Não foram encontrados efeitos significativos sobre os componentes de cor (L*a*b*) para os cordeiros alimentados com as diferentes dietas, e os resultados indicaram que as carnes apresentavam coloração mais avermelhada. As diferentes dietas não influenciaram a PPC do músculo SM, mas interferiram no músculo LD, onde animais alimentados com a dieta 50:50 apresentaram as maiores perdas. Em ambos os músculos, a FC da carne foi influenciada de maneira significativa apenas para a dieta 50:50, que mostrou os valores mais elevados, indicando carne mais dura. Conclui-se que as diferentes dietas não interferiram de maneira significativa na queda de pH e cor nos dois músculos, e a PPC e FC foram maiores nas carnes de animais alimentados com a dieta 50:50.

¹Comitê de Orientação: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora); Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA; Suely de Fátima Costa - UFLA

ABSTRACT

FERRÃO, Sibelli Passini Barbosa. Physical-chemical. In:_____. **Morfometrics, sensorial and qualitative characteristics of meat of lambs**. 2006. p.82-105. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹

The most important quality characteristics of meat are appearance (color and brightness) and tenderness. These attributes can be influenced by final pH of the muscle, which modifies the organoleptic properties as juiciness, aroma and *flavour*, influencing the preference of the consumers. With the objective of analysing the effect of different diets on the physical-chemical characteristics (pH, color - CIEL*a*b System, cooking loss - PPC and shearing force - FC), 21 lambs of Santa Inês breed have received three distinct diets having sugar cane ensilage and pulp of *citrus* as a base, differing only on their levels of concentrated:forage (100:0; 75:25; 50:50). The animals were slaughtered with 35kg. The field experiment was carried out at the Sector of Ovinocultura of DZO of UFLA, Lavras/MG. After slaughter, the carcasses were kept at - 2°C/24h, and during this time the pH was measured in the muscles *longissimus dorsi* (LD) and *semimembranosus* (SM). The muscles have been removed and the qualitative analyses were accomplished at Food Science Department (DCA) of UFLA, Lavras/MG. The experimental delineation was entirely randomized and the variables averages were analysed by Proc Mixed of SAS statistical program. Split plot was used to pH values. The decrease of pH in muscles LD and SM was considered normal. Meat presented more intense coloration but it was not found significant effect on the color components (L*a*b *) for the lambs fed with the different diets. The different diets have not influenced the PPC of muscle SM, but interfered with muscle LD, since the animals fed with diet 50:50 have presented significative losses. In both muscles, the FC of meat was influenced significantly only by diet 50:50, which presented the highest values, indicating a harder meat. It was concluded that the different diets have not interfered significantly with the decrease of pH and color with the two muscles, and PPC and FC have been more affected in the meats of animals fed with diet 50:50.

¹Guidance Commitaee: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora); Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA; Suely de Fátima Costa – UFLA

1 INTRODUÇÃO

O consumo de carne ovina no país ainda é muito pequeno, tanto em valores absolutos quanto em valores comparativos às demais carnes. De acordo com Silva Sobrinho (2001), o consumo *per capita* de carne ovina no Brasil não ultrapassa os 30g/habitante/ano, sendo mais elevado no Estado do Rio Grande do Sul. Esse mesmo autor relata o consumo médio de 20kg/ habitante/ano na Austrália e Nova Zelândia.

O mercado nacional é abastecido, principalmente, com carne ovina proveniente de animais velhos com baixa qualidade de carcaça, o que exerce influência inibitória sobre o seu consumo, gerando tabus alimentares entre os consumidores. Vale ressaltar que a qualidade, no tocante à carne ovina, está relacionada a diversos fatores relativos ao animal, ao meio, à nutrição, ao manejo antes do abate e às condições de processamento e conservação das carcaças após o abate (Silva & Pires, 2000; Garcia et al., 2000; Sañudo, 2002).

As características de qualidade mais importantes na carne vermelha são aparência (cor, brilho e apresentação do corte) e maciez. Esses atributos de qualidade influenciam a preferência dos consumidores e, dentre os que se relacionam com a aceitação da carne, a cor é associada com o frescor do corte e a idade de abate do animal, a maciez determina a aceitação global no momento do consumo e a perda de peso por cozimento é associada ao rendimento após o preparo (Bressan et al., 2001; Souza et al., 2004).

O pH final do músculo, medido às 24 horas *post mortem*, é outro fator que também exerce influência sobre vários aspectos na qualidade e no tempo de vida de prateleira da carne (Korkeala et al., 1986; Bressan et al., 2001). Segundo Bonagurio (2001), o pH modifica as características de qualidade como a cor, capacidade de retenção de água e maciez, além de alterar as propriedades organolépticas, como suculência, “flavour” e aroma.

Segundo Watanabe et al. (1996), há uma relação direta entre pH final e maciez, onde um aumento de pH final de 5,5 para 6,0 diminui a maciez da carne cozida. As razões para esta relação ainda não são totalmente esclarecidas, mas acredita-se haver uma menor atividade proteolítica em valores de pH em torno de 5,8 a 6,3, não atingindo o pH ótimo para atividade dos sistemas enzimáticos. Para Bouton et al. (1972), a capacidade de ligação de água aumenta de 20% para 80% quando o pH se encontra na faixa de 4,5 a 5,5. Rizzi et al. (2002) citam que valores de pH próximos ao ponto isoelétrico das proteínas (aproximadamente 5,5) resultam em uma grande difusão de luz entre as miofibrilas do músculo, o que o torna mais escuro e brilhante.

O objetivo do presente estudo foi analisar o efeito de diferentes dietas sobre as características físico-químicas (pH, cor, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento) dos músculos *longissimus dorsi* e *semimembranosus* de cordeiros Santa Inês.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Análises físico-químicas

As amostras dos músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM) foram descongeladas a temperatura de refrigeração (5°C) e utilizadas para as determinações de cor, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento. As leituras de pH foram realizadas diretamente nas carcaças. As análises laboratoriais foram realizadas nos Laboratórios do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (Laboratório de Tecnologia de Carnes e Pescado e Laboratório de Análise de Alimentos).

2.1.1 pH

As leituras dos valores de pH foram realizadas às 1, 3, 6, 12 e 24 horas *post mortem*, nos músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM), com o auxílio de um potenciômetro portátil da marca Digimed, modelo DM 20, com eletrodo de penetração com resolução de 0,01 unidades de pH. O aparelho foi calibrado com solução tampão de pH 4,00 e 6,86. A limpeza do eletrodo foi feita com detergente neutro e água destilada. Para a realização das leituras, os músculos LD e SM foram perfurados com a ponta de uma faca, em profundidade tal que não se atingiu o osso, sendo realizadas três medidas em cada um deles, cuja média das mesmas foi utilizada na análise estatística. Ao mesmo tempo foi controlada a temperatura dos referidos músculos.

2.1.2 Cor

Os músculos LD e SM foram descongelados, divididos em três partes semelhantes (cortes de pelo menos 1cm de espessura) e deixados expostos à luz natural, por um período de 30 minutos, para que pudessem retornar à coloração normal após o descongelamento. Após este período, foram realizadas leituras com colorímetro Minolta Chroma Meter MCR-300b, calibrado para um padrão branco em ladrilho. O sistema utilizado foi o CIE L*a*b*, em que o L* corresponde ao teor de luminosidade, a* ao teor de vermelho e b* ao teor de amarelo (Bressan, 1998). Em cada corte dos músculos foram feitas quatro leituras em pontos diferentes, sendo utilizadas as médias das leituras nas análises estatísticas.

2.1.3 Perda de peso por cozimento (PPC)

Para análise da PPC foram utilizadas as mesmas amostras das medidas de cor dos músculos LD e SM (3 amostras de cada). Essas amostras foram identificadas, pesadas em balança semi-analítica, embaladas em papel alumínio e colocadas em chapa pré-aquecida a 150°C. Utilizando-se um termômetro digital, foi controlada a temperatura interna de cada amostra, as quais foram retiradas ao atingirem temperaturas entre 72 e 75°C. Após resfriamento à temperatura ambiente, as amostras foram pesadas em balança semi-analítica e, por meio da diferença dos pesos inicial e final, foi calculada a perda de peso por cozimento (Felício, 1999). Para as análises estatísticas foram utilizadas as médias das amostras.

2.1.4 Força de cisalhamento (FC)

As mesmas amostras utilizadas para PPC foram usadas para medir a força de cisalhamento. De cada amostra, foram retiradas fatias de 1cm de espessura, com auxílio de uma faca, sendo este corte feito paralelamente à orientação das fibras musculares, evitando-se nervos e gorduras. A FC foi medida com Texturômetro, modelo TAXT2, acoplado em célula de Warner-Bratzler. Os resultados são expressos em kg/força. A média das leituras de cada músculo foi utilizada na análise estatística.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 pH

As medidas de pH inicial e final dos músculos *longissimus dorsi* e *semimebranosus* estão apresentados na Tabela 8.

TABELA 8 Medidas de pH inicial e final (\pm DP) dos músculos *longissimus dorsi* e *semimebranosus* de cordeiros Santa Inês, alimentados com diferentes dietas

	Dietas (Concentrado:Forragem)		
	100:0	75:25	50:50
LD			
pH inicial	6,97	6,93	6,97
pH final	5,51	5,52	5,55
SM			
pH inicial	6,82	6,85	6,93
pH final	5,54	5,53	5,57

Nível de significância pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

Os valores de pH encontrados nos músculos LD e SM podem ser considerados normais e situam-se próximos aos valores apresentados na literatura, indicando que a glicólise desenvolveu-se normalmente. As diferentes dietas não afetaram o pH encontrado às 24 horas *post mortem* ($P > 0,05$) e, conseqüentemente, esse parece não ter exercido influência sobre diferenças na

cor, PPC e FC das amostras estudadas. Analisando o comportamento das curvas de queda de pH nos músculos LD (Figura 2) e SM (Figura 3), é possível observar que a velocidade do declínio do pH não foi afetada pela alimentação.

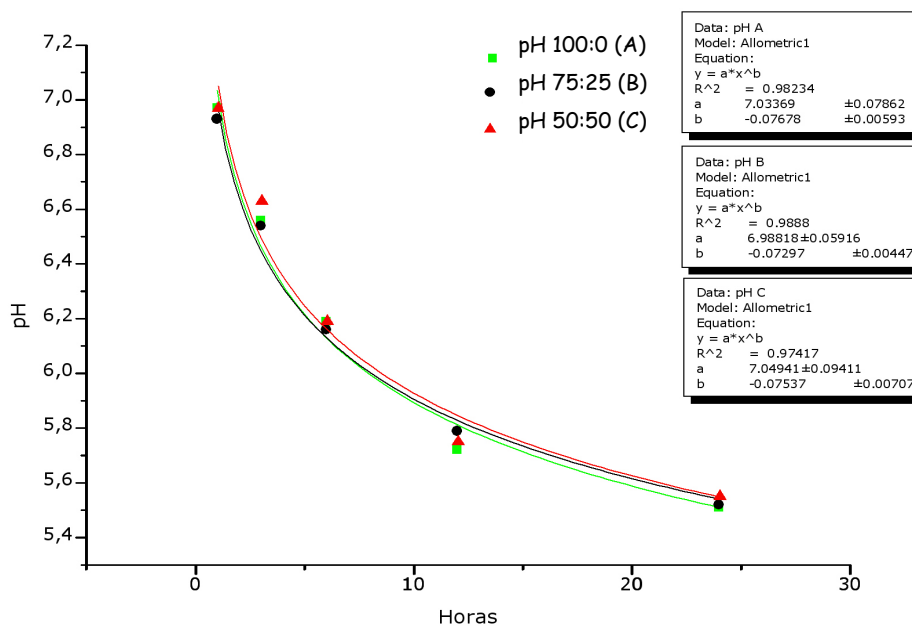


FIGURA 2 Curva de queda do pH no músculo *longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês submetidos a diferentes dietas

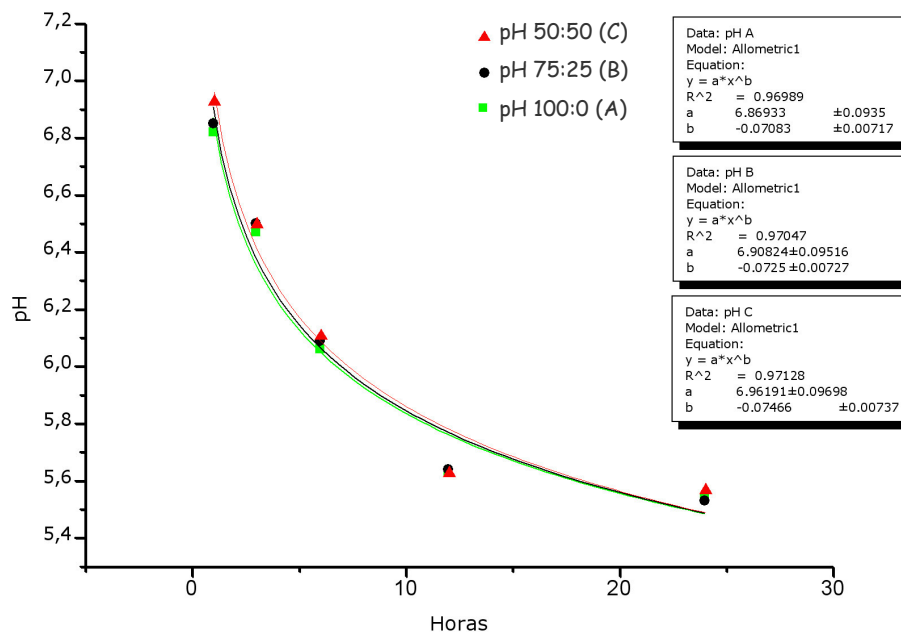


FIGURA 3 Curva de queda do pH no músculo *semimembranosus* de cordeiros Santa Inês submetidos a diferentes dietas

No presente trabalho, é possível que a adoção de medidas corretas no manejo pré-abate (descanso e dieta hídrica) tenha contribuído para o resultado de pH final, ocorrendo uma redução do pH a valores normais em carnes vermelhas, que varia de 5,5 a 5,8 (Forrest et al., 1979). De acordo com Sañudo et al. (1996), o nível de glicogênio muscular tem maior importância nesse parâmetro, sendo a dieta ou a natureza do alimento de menor influência.

Valores normais de queda de pH da carne sugerem que outros parâmetros indicadores de qualidade como capacidade de retenção de água, cor e maciez apresentarão resultados entre limites de qualidade aceitáveis. Na espécie

ovina, observa-se pouca susceptibilidade ao stress, ocorrendo queda do pH dentro de valores considerados normais (Zeola et al., 2002).

Os valores de pH do presente estudo (5,51 a 5,57) estão próximos, mas ligeiramente superiores aos encontrados por Zeola et al. (2002), onde os diferentes níveis de concentrado não afetaram ($P>0,05$) o pH da carne de cordeiros Morada Nova, que variou de 5,36 a 5,49.

Almeida Junior et al. (2004) avaliaram níveis de substituição (0, 50 e 100%) de grãos secos de milho pela silagem de grãos úmidos de milho para cordeiros Suffolk e não encontraram efeito da dieta sobre o pH, observando valores de 5,62 a 5,69.

Estudando o efeito de duas dietas distintas sobre a qualidade da carne de cordeiros Somalis Brasileira x Crioula e Santa Inês x Crioula, Zapata et al. (2000) não encontraram efeito significativo da dieta sobre o pH, que variou de 5,62 (dieta de forragem) a 5,65 (dieta de forragem + 20% concentrado).

Resultados semelhantes foram observados por Cunha et al. (2001), que estudando o efeito de diferentes volumosos na alimentação de cordeiros não encontraram influência dos mesmos sobre o pH do músculo *longissimus dorsi*, aos 15 minutos e 48 horas após o abate, com valores de 6,5 e 5,6, respectivamente.

Souza et al. (2004), estudando cordeiros dos cruzamentos Ile de France x Santa Inês e Bergamácia x Santa Inês, observaram que os fatores grupos genéticos, pesos ao abate e músculos influenciaram ($P<0,01$) as médias de pH obtidos no *post mortem* (médias dos horários 2, 6, 12 e 24 horas) e sobre as médias de pH final, que variou de 5,67 a 5,75, respectivamente.

3.2 Cor

Os valores médios encontrados para cor no sistema CIE L*a*b* (L*-luminosidade, a*-teor de vermelho e b*-teor de amarelo) dos músculos LD e SM estão apresentados nas Tabelas 9 e 10, respectivamente.

TABELA 9 Médias para os componentes de cor CIE L*a*b* (\pm DP) do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês, alimentados com diferentes dietas

	Diets (Concentrado:Forragem)		
	100:0	75:25	50:50
L*	37,73 \pm 1,21	35,56 \pm 1,28	35,45 \pm 1,81
a*	17,56 \pm 0,58	18,31 \pm 0,61	17,40 \pm 0,86
b*	4,48 \pm 0,30	4,21 \pm 0,32	4,03 \pm 0,45

Nível de significância pelo teste de Tukey (P<0,05)

Os valores encontrados para a cor não foram influenciados significativamente (P>0,05) pelas dietas utilizadas. No presente trabalho, as médias de L* variaram de 32,97 a 37,73, a* de 17,40 a 18,31 e b* de 4,03 a 5,51, para os músculos estudados, indicando carnes mais vermelhas. Diversos autores citam que em ovinos com peso de abate mais elevado (35 e 45kg) ocorre redução do teor de umidade no músculo, fazendo com que ocorra redução da luminosidade na superfície dos cortes, e aumento nos índices de vermelho da carne (Bressan et al., 2001; Maturano, 2003; Souza et al., 2004).

TABELA 10 Médias para os componentes de cor CIE L*a*b* (\pm DP) do músculo *semimembranosus* de cordeiros Santa Inês, alimentados com diferentes dietas

	Dietas (Concentrado:Forragem)		
	100:0	75:25	50:50
L*	34,89 \pm 0,81	32,97 \pm 0,86	33,70 \pm 1,22
a*	17,84 \pm 0,35	18,07 \pm 0,37	18,08 \pm 0,52
b*	5,51 \pm 0,38	4,47 \pm 0,40	4,78 \pm 0,57

Nível de significância pelo teste de Tukey (P<0,05)

Segundo Forrest et al. (1979), o componente de cor vermelha é atribuído aos pigmentos mioglobina e citocromo oxidase, e com o aumento do peso dos animais de carne vermelha, ocorre a hipertrofia das fibras musculares com o aumento na quantidade de mioglobina e mitocôndrias, resultando em carnes com vermelhos mais intensos. Zapata et al. (2000) citam que quanto maiores os valores de L* mais pálida é a carne de vitelo, e maiores valores de a* e b* indicam maior intensidade das cores vermelha e amarela, respectivamente.

Com relação ao tipo de alimento, Madruga et al. (2005) também não encontraram efeitos significativos sobre os componentes de cor para cordeiros Santa Inês, alimentados com diferentes dietas, todas com 40% de concentrado, na fase de terminação. Mesmo não havendo diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis L*, a* e b*, os autores consideraram que a carne dos ovinos Santa Inês estudados apresentou-se mais escura (L*- 39,76 a 42,96), menos vermelha (a*- 12,81 a 14,22) e mais pálida (b*- 9,04 a 10,16) quando comparada à de cordeiros com diferentes pesos de carcaça.

Zeola et al. (2002), estudando o efeito de 3 dietas com diferentes níveis de concentrado (D1-60%, D2-45% e D3-30%), não observaram influência da alimentação nos parâmetros de cor do músculo *semimembranosus* de cordeiros

Morada Nova abatidos aos 25kg, com valores médios de L* variando de 39,26 a 42,19; a* de 13,62 a 15,71; e b* de -0,28 a 2,06.

Estudando animais Santa Inês puros alimentados com dietas contendo 80% de concentrado e 20 % de volumoso e abatidos em diferentes pesos (15, 25, 35 e 45kg), Bonagurio (2001) observou que o teor de luminosidade diminuiu com o aumento do peso e o teor de vermelho aumentou. Para os animais abatidos aos 35kg os valores médios de L*-33,26; a*-16,87; e b*-4,45 foram próximos ao do presente estudo.

Avaliando as propriedades físicas de ovinos 1/2 Somalis Brasileira 1/2 Crioula e 1/2 Santa Inês 1/2 Crioula submetidos a duas dietas (forragem e forragem + 20% concentrado), Zapata et al. (2000) não observaram efeito da alimentação sobre os parâmetros de cor (L*- 36,67 a 37,70; a*- 14,85 a 15,54; b*- 0,83 a 1,37).

Russo et al. (1999) ao estudarem o efeito de diferentes fontes energéticas na alimentação de cordeiros não encontraram efeito das dietas ($P>0,05$) sobre a cor da carne (L*, a* e b*) determinada no músculo *longissimus lumborum*, com médias de 41,66; 17,06 e 6,51, respectivamente.

No entanto, Sañudo et al. (1996) estudando cordeiros em confinamento da raça Aragonesa alimentados com concentrado e abatidos com diferentes pesos, obtiveram valores mais altos de L* (45,61-48,15) e b* (5,90-6,86), e semelhantes para a* (13,4-16,95), indicando carcaças com coloração vermelha mais brilhante do que as amostras avaliadas no presente trabalho.

Faria (2005) estudando características da carne de ovinos dos grupos genéticos Texel x Ideal e Texel x Corriedale alimentados em pastagem natural não observaram efeito significativo sobre os parâmetros de cor, com médias gerais mais elevadas para L* (39,63 a 41,47) e para b* (6,83 a 7,08), e mais baixas para a* (9,86 a 10,33), proporcionando carnes com maior teor de luminosidade ou brilho e menos vermelhas.

Valores semelhantes ao do presente trabalho foram encontrados por Souza et al. (2004), que estudando características físico-químicas da carne de cordeiros 1/2 Santa Inês e 1/2 Bergamácia abatidos aos 35 kg, observaram valores médios de 32,22 e 32,65 para L*, 16,81 e 15,80 para a*, 4,07 e 4,22 para b* nos músculos *semimembranosus* e *longissimus dorsi*, respectivamente.

Os valores de composição da cor encontrados por Bressan et al. (2001) para cordeiros Santa Inês e Bergamácia variaram para o valor L* de 32,46 a 42,29; para o valor a* de 10,39 a 13,89; e para o valor b* de 6,73 a 8,15; indicando que as carnes apresentaram-se mais claras e com mais brilho.

3.3 PPC e FC

Os valores médios encontrados para PPC e FC dos músculos LD e SM estão apresentados nas Tabelas 11 e 12, respectivamente.

TABELA 11 Médias de perda por cozimento (PPC) em % e força de cisalhamento (FC) em Kgf (\pm DP) do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês, alimentados com diferentes dietas

	Dietas (Concentrado:Forragem)		
	100:0	75:25	50:50
PPC	41,88 ^A \pm 0,90	43,50 ^A \pm 0,96	45,29 ^B \pm 1,35
FC	4,74 ^A \pm 0,47	5,82 ^A \pm 0,50	6,89 ^B \pm 0,71

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). Nas linhas, letras maiúsculas (A,B) para as dietas.

As diferentes dietas afetaram (P<0,05) as perdas de peso por cozimento do músculo LD, mas não do músculo SM (P>0,05). No entanto, a força de

cisalhamento da carne dos cordeiros foi influenciada de maneira significativa ($P < 0,05$) pelas diferentes dietas, onde a dieta contendo 50% de concentrado e 50% de forragem mostrou FC mais elevada nos dois músculos estudados.

TABELA 12 Médias de perda por cozimento (PPC) em % e força de cisalhamento (FC) em Kgf (\pm DP) do músculo *semimembranosus* de cordeiros Santa Inês, alimentados com diferentes dietas

	Dietas (Concentrado:Forragem)		
	100:0	75:25	50:50
PPC	46,03 \pm 0,85	45,89 \pm 0,90	45,98 \pm 1,27
FC	5,59 ^A \pm 0,48	6,11 ^A \pm 0,51	6,57 ^B \pm 0,72

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Nas linhas, letras maiúsculas (A,B) para as dietas.

As amostras do presente trabalho apresentaram PPC acima da maioria dos resultados descritos em outros estudos. Tal fato pode estar associado à quantidade de gordura e às temperaturas de resfriamento e cocção. Segundo Felício (1999), o ponto final de cocção é obtido quando a temperatura interna da amostra atinge $75^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, e nesta temperatura pode ocorrer desnaturação das proteínas, ocorrendo com isso aumento na perda de água.

Kemp et al. (1976) e Shackelford et al. (1997) relatam aumento na PPC com o aumento do peso ao abate e justificam que esse aumento é resultado do aumento no teor de gordura na carne que, quando aquecida para a quantificação da perda por cocção, parte da gordura se perde constituindo parte da PPC.

Perdas de peso por cozimento mais elevadas podem sugerir o efeito negativo de baixa temperatura de resfriamento devido à formação de cristais de

gelo dentro da célula, que causam lesões no momento do descongelamento e perda excessiva de água, aumentando, conseqüentemente, a força de cisalhamento, uma vez que essas medidas estão correlacionadas positivamente (Puga et al., 1999; Sañudo et al., 2000).

De acordo com Zeola et al. (2002) há um possível aumento na capacidade de retenção de água e menor perda na cocção da carne de animais que são alimentados com dietas ricas em proteína. Este fato foi verificado neste experimento, pois as dietas com 100% e 75% de concentrado propiciaram menor PPC do músculo *longissimus dorsi*, podendo ser a causa de FC mais reduzida.

De acordo com os resultados encontrados na análise de força de cisalhamento pelo método de Warner-Bratzler, Boleman et al. (1997) classificaram a textura da carne em muito macia (2,3 a 3,6kgf), moderadamente macia (4,1 a 5,4kgf) e pouco macia (5,9 a 7,2kgf). Desta forma, considerando os valores encontrados no presente estudo de FC para os músculos LD (4,74kgf) e SM (5,82kgf) dos animais alimentados com a dieta contendo 100% de concentrado, esses podem ser considerados como de textura moderadamente macia, enquanto que os músculos provenientes das outras dietas (75% e 50% de concentrado) podem ser considerados como de textura pouco macia.

No entanto, Zapata et al. (2000) citam que a carne bovina é considerada como tendo uma maciez aceitável se apresentar valores menores que 8,0kgf de força de cisalhamento. Considerando esse valor, as carnes dos animais do presente estudo podem ser consideradas como macias, independente da alimentação.

Os resultados aqui apresentados são mais elevados que os encontrados por Zapata et al. (2000), onde apesar da alimentação não ter influenciado a PPC e a FC do músculo de cordeiros Somalis Brasileira x Crioula e Santa Inês x Crioula, os resultados encontrados no presente trabalho foram de 21,45% e

4,46kgf, e 23,90% e 4,85kgf para dietas de forragem e forragem + concentrado, respectivamente.

Monteiro (1998) também encontrou valores mais baixos de FC para cordeiros Corriedale (3,04kgf) e cruzas Corriedale x Ile de France (3,65kgf) criados em pastagem natural e abatidos aos 26kg e 33kg, respectivamente.

Bonagurio (2001) avaliando a qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel, observou que aos 35kg a PPC dos animais Santa Inês puros foi mais baixa (35,89% e 34,56% para os músculos LD e SM, respectivamente), enquanto a FC foi superior aos resultados encontrados no presente trabalho (7,95kgf e 7,31kgf para os músculos LD e SM, respectivamente).

Em trabalho realizado por Zeola et al. (2002), para PPC e FC da carne de cordeiros Morada Nova os diferentes níveis de concentrado utilizados (30, 45 e 60%) não afetaram tais características, com valores médios de 37,63% e 4,35kgf.

Rizzi et al. (2002) utilizando 6 dietas a base de soja e/ou semente de girassol em diferentes proporções não encontraram efeito da alimentação sobre a PPC, com valores médios de 25,9% a 31,9%, com resultados mais baixos para as dietas que continham semente de girassol.

Em trabalho realizado por Pérez et al. (1997) a raça Santa Inês apresentou valores inferiores aos aqui encontrados para FC (4,51kgf). Bressan et al. (2001) também observaram valores mais baixos para cordeiros Santa Inês abatidos aos 35kg, com PPC variando de 29,1% a 33,1% e FC de 2,8 a 3,1kgf.

No entanto, Souza et al. (2004) citam valores mais elevados para a FC (6,9 a 10,16kgf) nos músculos SM e LD de cordeiros Ile de France x Santa Inês e Corriedale x Santa Inês, e valores de PPC mais baixos (35,55% a 37,12%).

4 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais, os diferentes níveis de concentrado da dieta não afetaram o pH e a cor dos músculos LD e SM, mas influenciaram a FC e a PPC, apesar do músculo SM não ter apresentado diferenças para PPC. A dieta com 50% de concentrado e 50% de forragem favoreceu a maiores PPC para o músculo LD e resultados mais elevados de FC para os músculos LD e SM.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA JUNIOR, G. A.; COSTA, C.; MONTEIRO, A. L. G.; GARCIA, C. A.; MUNARI, D. P.; NERES, M. A. Qualidade da carne de cordeiros criados em *creep feeding* com silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.4, p.1039-1047, jul./ago. 2004.

BONAGURIO, S. **Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos**. 2001. 150p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BOLEMAN, S. J.; BOLEMAN, S. L.; MILLER, R. K.; TAYLOR, J. F.; CROSS, H. R.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S. D.; MILLER, M. F.; WEST, R. L.; JOHNSON, D. D.; SAVELL, J. W. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, n.6, p.1521-1524, June. 1997.

BOUTON, P. E.; HARRIS, P. V.; SHORTHOSE, W. R. The effects of ultimate pH on ovine muscle: water-holding capacity. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 37, p.351-355, 1972.

BRESSAN, M. C. **Fatores dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango**. 1998. 201 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP.

BRESSAN, M. C.; PRADO, O. V.; PÉREZ, J. R. O.; LEMOS, A. L. S. C.; BONAGURIO, S. 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, set./dez. 2001.

CUNHA, E. A., BUENO, M. S., SANTOS, L. E.; RODA, D. S.; OTSUK, I. P. Desempenho e características de carcaça de cordeiros Suffolk alimentados com diferentes volumosos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.4, p.671-676, jul./ago. 2001.

FARIA, P. B. **Efeito de diferentes grupos genéticos sobre parâmetros quantitativos e qualitativos da carne de cordeiros**. 2005. 62p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras,

MG.

FELÍCIO, P. E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, RS: SBZ, 1999. p.89-97.

FORREST, J. C.; ABERLE, E. D.; HEDRICK, H. B. JUDGE, M. D.; MERKEL, R. A. **Fundamentos de ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1979. 364p.

GARCIA, I. F. F.; PÉREZ, J. R. O.; TEIXEIRA, J. C.; BARBOSA, C. M. P. Desempenho de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês puros, terminados em confinamento, alimentados com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.2, p.564-572, mar./abr. 2000.

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

KORKEALA, H., MÄKI-PETÄYS, O., ALANKO, T.; SORVETTULA, O. Determination of pH in meat. **Meat Science**, Amsterdam, v.18, n.2, p.121-132, 1986.

MADRUGA, M. S.; SOUSA, W. H.; ROSALES, M. D. 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, jan./fev. 2005.

MATURANO, A. M. P. **Estudo do efeito peso de abate na qualidade da carne de cordeiros da raça Merino Australiano e Ile de France x Merino**. 2003. 94p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MONTEIRO, E. M. **Influência do cruzamento Ile de France x Corriedale (F1) nos parâmetros de qualidade da carne de cordeiro**. 1998. 99p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

PÉREZ, J. R. O.; BONAGURIO, S.; BRESSAN, M. C.; PRADO, O. V. Efeito

dos dejetos de suíno na qualidade da carne de ovino. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, MG: SBZ, 1997. p.391.

PUGA, D. M. U.; CONTRERAS, C. J. C.; TURNBULL, M. R Avaliação do amaciamento de carne bovina de dianteiro (*Triceps brachii*) pelos métodos de maturação, estimulação elétrica, injeção de ácidos e tenderização mecânica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.1, p.88-96, jan./abr. 1999.

RIZZI, L.; SIMIOLI, M.; SARDI, L.; MONETTI, P.G. Carcass quality, meat chemical and fatty acid composition of lambs fed diets containing extruded soybeans and sunflower seeds. **Animal Feed Science and Technology**, New York, v.97, n.1-2, p.103-114, May. 2002.

RUSSO, C.; PREZIUSO, G.; CASAROSA, L.; CAMPODONI, G.; CIANCI, D. Effect of diet energy source on the chemical – physical characteristics of meat and depot fat of lambs carcasses. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.33, n.1, p.77-85, June. 1999.

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

SAÑUDO, C.; ENSER, M. E.; CAMPO, M. M.; NUTE, G. R.; MARIA, G.; SIERRA, I.; WOOD, J. D. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, Amsterdam, v.54, n.4, p.339-346, Apr. 2000.

SAÑUDO, C. Factors affecting carcass and meat quality in lambs. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife, PE: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. p.434-455.

SILVA, L. F.; PIRES, C. C. Avaliações quantitativas e predição das proporções de osso, músculo e gordura da carcaça em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.4, p.1253-1260, jul./ago. 2000.

SILVA SOBRINHO, A. G. Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE

ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.425-446.

SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. Effect of the callipyge phenotype and cooking method on tenderness of several major lamb muscles. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, n.8, p.2100-2105, Aug. 1997.

SOUZA, X. R.; BRESSAN, M. C.; PÉREZ, J. R. O.; FARIA, P. B.; VIEIRA, J. O.; KABEYA, D. M. Efeitos dos grupos 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, out./dez. 2004.

WATANABE, A.; DALY, C. C.; DEVINE, C. E. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. **Meat Science**, Amsterdam, v.42, n.1, p.67-78, Jan. 1996.

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

ZEOLA, N. M. B. L.; SILVA SOBRINHO, A. G.; NETO, S. G.; SILVA, A. M. A. 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, out/dez. 2002.

CAPÍTULO 4

MORFOMETRIA DAS FIBRAS MUSCULARES E DO TECIDO CONJUNTIVO

RESUMO

FERRÃO, Sibelli Passini Barbosa. Morfometria das fibras musculares e do tecido conjuntivo. In:_____. **Características morfológicas, sensoriais e qualitativas da carne de cordeiros**. 2006. p.106-129. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹

O músculo é formado por dois sistemas principais, as fibras musculares e o tecido conjuntivo intramuscular. A relação entre o tipo e diâmetro das fibras musculares e a qualidade da carne ainda não é bem definida, mas acredita-se que seja influenciada pela espécie, raça, peso, sexo e nutrição. O objetivo do presente trabalho foi determinar o diâmetro das fibras musculares e o conteúdo de tecido conjuntivo dos músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM) de 21 cordeiros da raça Santa Inês alimentados com três dietas, formuladas à base de silagem de cana-de-açúcar e polpa de *citrus*, que se diferenciavam em seus níveis de concentrado:volumoso (100:0; 75:25; 50:50). Os animais foram criados no Setor de Ovinocultura do DZO da UFLA, Lavras/MG, e abatidos aos 35kg. Das carcaças, após resfriamento a -2°C/24h, foram coletados os músculos LD e SM, de onde foram retiradas peças que foram fixadas para posterior confecção das lâminas histológicas. As lâminas foram preparadas no Laboratório de Histologia do Departamento de Medicina Veterinária (DMV) da UFLA, Lavras/MG, e a análise e interpretação dos cortes histológicos foram realizadas no Instituto de Patologia Tropical e Saúde da Universidade Federal de Goiás, Goiânia/GO. Os resultados obtidos pela quantificação em programas computadorizados foram analisados pelo Proc Mixed do pacote estatístico SAS. Conforme revelaram as preparações histológicas coradas pela Hematoxilina-Eosina, não houve efeito das dietas sobre o diâmetro das fibras para o músculo LD. Entretanto, para o músculo SM, animais alimentados com a dieta 100:0 apresentaram maior diâmetro (24,74µm), se diferenciando das demais dietas de 75:25 (23,26µm) e 50:50 (23,02µm). O conteúdo de tecido conjuntivo, corado por Picrosírius, foi influenciado pelas dietas nos dois músculos, em que animais submetidos à dieta 75:25 se diferenciaram dos demais grupos. No presente trabalho, esses resultados sugerem que animais alimentados com dieta de elevado nível de concentrado tendem a ter maior diâmetro das fibras e a acumular mais tecido conjuntivo entre elas.

¹Comitê de Orientação: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora); Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA; Suely de Fátima Costa - UFLA

ABSTRACT

FERRÃO, Sibelli Passini Barbosa. Morfometric muscle fiber and connective tissue. In:_____. **Morfometrics, sensorial and qualitative characteristics of meat of lambs Santa Inês**. 2006. p.106-129. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹

The muscle is constituted of two main systems, the muscle fibers and the intramuscular connective tissue. The relation between the type and diameter of muscle fibers and the quality of the meat is still not well defined, but it's assumed that it is influenced by species, breed, weight, sex and nutrition. The objective of the present work was to determine the diameter of muscle fibers and connective tissue content of *longissimus dorsi* (LD) and *semimembranosus* (SM) muscles of 21 lambs of Santa Inês breed fed with three different diets, having sugar cane ensilage and pulp of *citrus* as a base, which varied on their levels of concentrated:forrage (100:0; 75:25; 50:50). The animals were raised in the Sector of Ovinocultura of DZO of UFLA, Lavras/MG, and slaughtered with 35kg. After cooling the carcasses at -2°C/24h, it has been collected muscles LD and SM, and pieces have been removed and fixed for the subsequent preparation of the histological slide, at the Laboratory of Histology of the Department of Veterinary Medicine (DMV) of UFLA, Lavras/MG. The analyses and interpretation of the histological cuts have been carried out at the Institute of Tropical Pathology and Health of Federal University of Goiás, Goiânia/GO. The results obtained by the quantification in computer programs have been analysed by Proc Mixed of SAS statistical program. The histological preparations dyed with Hematoxilin-Eosin, showed no effects of the diets on the diameter of staple fibers for muscle LD. However, for the muscle SM, animals fed with diet 100:0 have presented greater diameter (24.74µm), which differed significantly from diets of 75:25 (23.26µm) and 50:50 (23.02µm). The connective tissue dyed with Picrosírius, was influenced by the diets in the two muscles, and animals submitted to diet 75:25 had different results from the other groups. In the present work, these results suggest that animals fed with high level concentrated diets tend to have greater diameter of fibers with more accumulated connective tissue among them.

¹Guidande Commitaee: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora); Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA; Suely de Fátima Costa - UFLA

1 INTRODUÇÃO

A demanda por proteína de alta qualidade, a expansão dos mercados e mudanças nas preferências e atitudes dos consumidores na obtenção de carne de qualidade têm direcionado os estudos na produção animal para o aumento da massa muscular e diminuição da quantidade de gordura presente na carcaça e na carne (Grant & Gerrard, 1998; Monteiro et al., 2000).

Estudos sugerem que o aumento da massa muscular é devido ao aumento no tamanho das fibras, e que as diferenças nos parâmetros de qualidade da carne em virtude da raça, sexo, alimentação e idade são, provavelmente, conseqüências do tipo de fibra predominante, que responde por parâmetros fisiológicos e bioquímicos do músculo (Ashmore, 1974; Seideman & Crouse, 1986; Ozawa et al., 2000; Wegner et al., 2000; Monteiro, 2001).

A estrutura muscular é composta de dois sistemas principais, as fibras musculares e o tecido conjuntivo intramuscular. As fibras musculares são células especializadas, que possuem a capacidade de contração e apresentam características morfológicas e funcionais distintas, enquanto o tecido conjuntivo interconecta essa estrutura, realizando dupla função, ou seja, mantendo a fibra muscular unida e ligando-se à armação do esqueleto (Monteiro, 1998).

Os diferentes tipos de fibras (brancas-glicolíticas e vermelhas-oxidativas) podem influenciar a maciez da carne em função do rápido acúmulo de lactato nas fibras brancas no início do *post mortem*, da susceptibilidade das fibras vermelhas ao encurtamento pelo frio e do aumento excessivo do diâmetro das fibras em cordeiros “callipyge gen”, diminuindo a maciez final da carne (Karlsson et al., 1999; Monteiro, 2001).

A maciez, dentre os parâmetros de qualidade, pode ser influenciado pelo conteúdo e estrutura do tecido conjuntivo presente no músculo. A solubilidade

do colágeno, a principal proteína do tecido conjuntivo, diminui quando a idade do animal aumenta, ou seja, na carne de animais jovens as uniões que ligam as moléculas são relativamente lábeis e podem ser rompidas por variações de pH e calor, conferindo uma maior maciez (Dutson et al., 1976).

Entretanto, em ovinos, as relações entre: o aumento pós-natal da massa muscular e o aumento do tamanho das fibras com a maturidade fisiológica; a influência de fatores genéticos e condições ambientais e de alimentação sobre o diâmetro das fibras musculares; e o conteúdo de tecido conjuntivo e sua influência na qualidade da carne não são ainda bem definidos (Hawkins et al., 1985).

O objetivo do presente trabalho foi determinar o diâmetro das fibras e o conteúdo de tecido conjuntivo dos músculos *longissimus dorsi* e *semimembranosus* de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes dietas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparo das peças

As carcaças, após 24 horas do abate, foram desossadas e coletados os músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM), de onde foram retiradas peças de 2 x 3 x 0,5cm, e essas foram fixadas em Bouin (fixador a base de solução saturada de ácido pícrico e formol) por 24 horas. Em seguida, as peças foram lavadas e mantidas em álcool 70%. Cortes de 10 x 3 x 3mm foram realizados nos sentidos longitudinal e transversal, para posterior desidratação em concentrações crescentes de álcool (70 a 100%), diafanização em xilol e inclusão em parafina a 58-60°C. Os blocos de parafina foram levados ao micrótomo para realização de cortes histológicos seriados de 5 microns de espessura, que foram coletados em lâminas histológicas para realização das colorações. Para cada peça fixada foram obtidas, ao final, quatro lâminas. O preparo das amostras e confecção de lâminas histológicas foi realizado no Laboratório de Histologia Animal no Departamento de Medicina Veterinária da UFLA.

2.2 Colorações

A estrutura morfológica da fibra muscular foi avaliada por meio da técnica de coloração Hematoxilina-Eosina (HE), onde os cortes foram primeiro corados com Hematoxilina (solução de hematoxilina adicionada de alúmen de potássio, óxido de mercúrio vermelho e ácido acético) e depois com Eosina (solução alcoólica de eosina, bicromato de potássio e ácido pícrico), conforme Lillie (1954).

As lâminas, para identificação de tecido conjuntivo, foram preparadas pela técnica de coloração Picro-sírius, onde os cortes foram tratados com solução aquosa saturada de ácido pícrico, contendo 0,1% de vermelho sírius durante 60 minutos e contrastados com Hematoxilina de Harris por 1 minuto (Junqueira et al., 1979).

2.3 Estudo das fibras e do tecido conjuntivo

O grau de desenvolvimento da célula muscular (hipertrofia) foi mensurada por meio do diâmetro interno da fibra muscular (μm), em corte longitudinal, de acordo com Monteiro (1998). Foram contados em média 30 campos por lâmina. A morfometria foi feita pelo Sistema Analisador de Imagem Computadorizado (Axio Vision 3.1 da Carl Zeiss). Dessa forma, o campo quantificado foi capturado por meio de máquina fotográfica digital acoplada ao microscópio. As imagens capturadas foram transferidas para computador onde a imagem foi digitalizada.

A documentação fotográfica dos aspectos microscópicos de tecido conjuntivo foi realizada utilizando um fotomicroscópio com uma máquina fotográfica digital acoplada. Foram fotografados em média 90 campos por lâmina, em corte transversal, que foram analisados pelo programa *Image J* do *Research Services Branch of National Institute of Mental Health*. A análise e interpretação dos cortes histológicos foram realizadas no Instituto de Patologia Tropical e Saúde da Universidade Federal de Goiás.

A morfometria das fibras musculares e o conteúdo de tecido conjuntivo foram quantificados em 30 e 90 campos de cada corte, respectivamente, definidos em 100 campos das amostras, segundo os Cálculos de Média Acumulada (Reis et al., 2001) (Figuras 4, 5, 6 e 7).

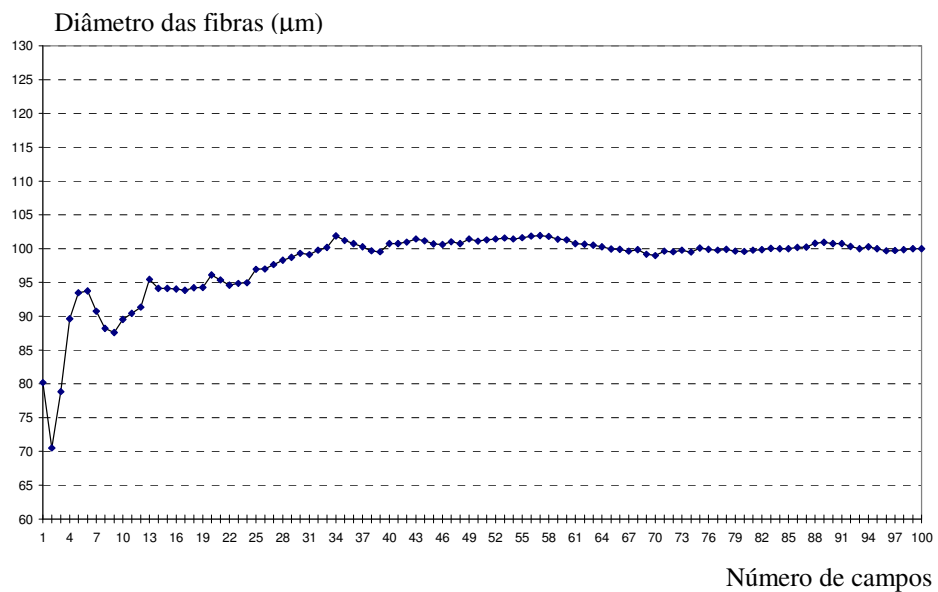


FIGURA 4 Distribuição da média acumulada do diâmetro das fibras em 100 campos do corte de uma amostra do músculo *longissimus dorsi* de ovinos da raça Santa Inês

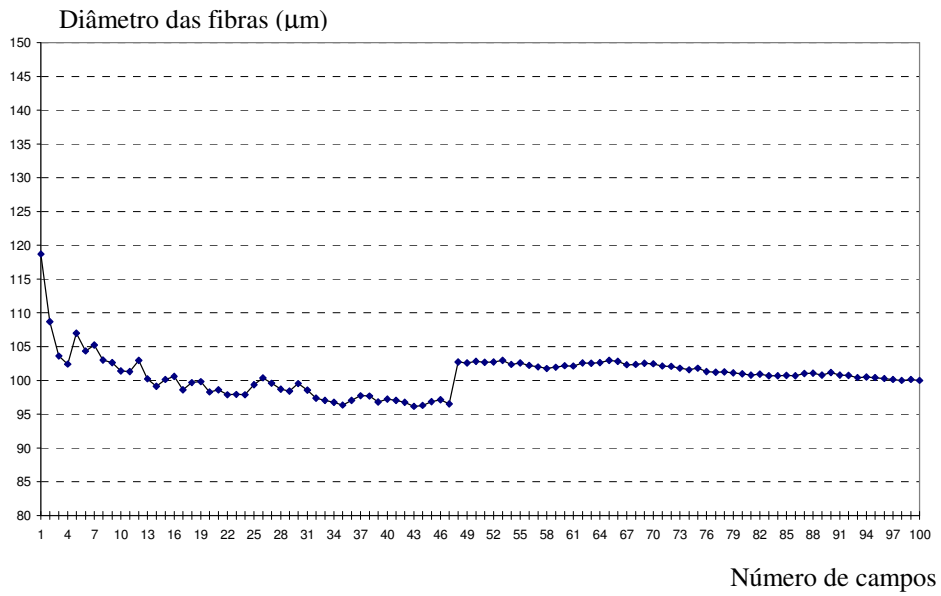


FIGURA 5 Distribuição da média acumulada do diâmetro das fibras em 100 campos do corte de uma amostra do músculo *semimembranosus* de ovinos da raça Santa Inês

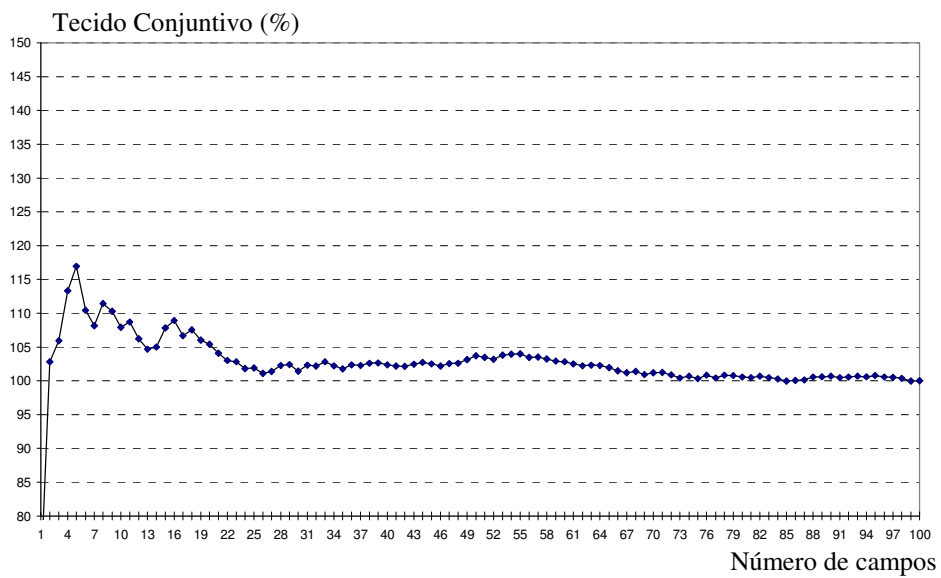


FIGURA 6 Distribuição da média acumulada da porcentagem de tecido conjuntivo em 100 campos do corte de uma amostra do músculo *longissimus dorsi* de ovinos da raça Santa Inês

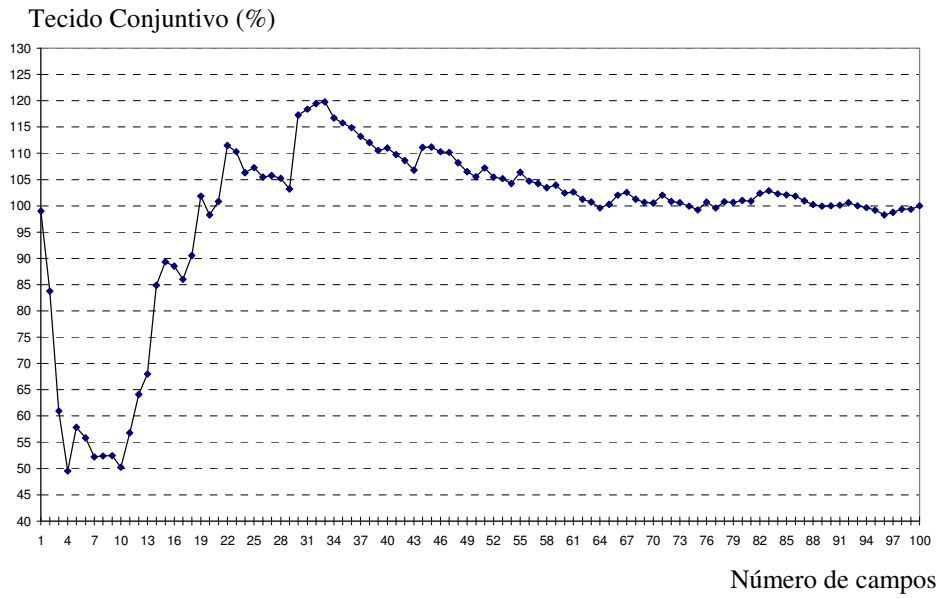


FIGURA 7 Distribuição da média acumulada da porcentagem de tecido conjuntivo em 100 campos do corte de uma amostra do músculo *semimembranosus* de ovinos da raça Santa Inês

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme revelaram as preparações histológicas (corte longitudinal), coradas pela Hematoxilina-Eosina (HE), os músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM) apresentaram as fibras musculares em paralelo, estriadas, de diferentes tamanhos, multinucleadas e com os núcleos ocupando a posição periférica (Figuras 8, 9, 10 e 11).

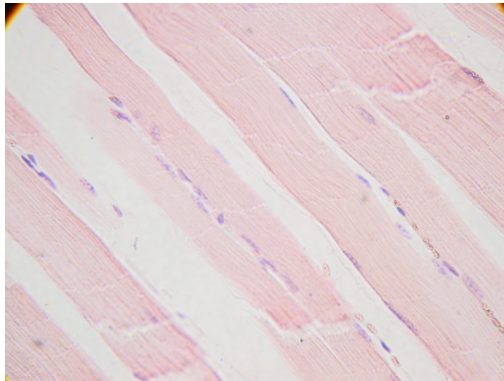


FIGURA 8 Corte longitudinal do músculo *longissimus dorsi* dos cordeiros Santa Inês alimentados com dieta composta por 75% de concentrado e 25% de forragem. HE. 40x.

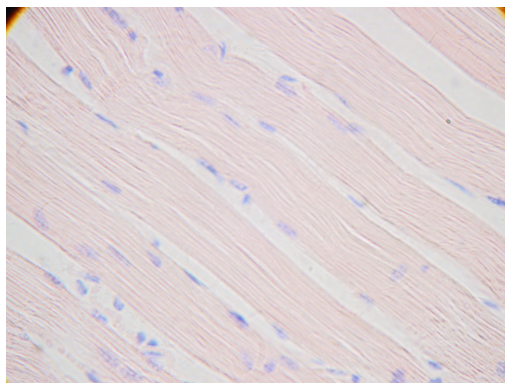


FIGURA 9 Corte longitudinal do músculo *longissimus dorsi* dos cordeiros Santa Inês alimentados com dieta composta por 50% de concentrado e 50% de forragem. HE. 40x.

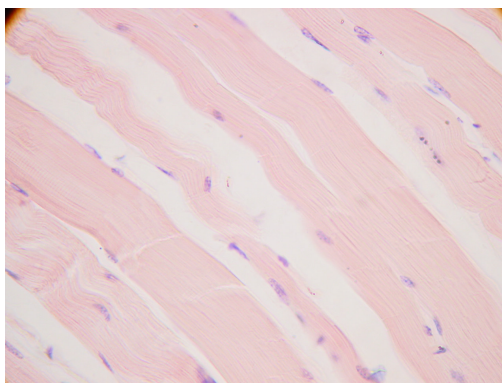


FIGURA 10 Corte longitudinal do músculo *semimembranosus* dos cordeiros Santa Inês alimentados com dieta composta por 100% de concentrado. HE. 40x.

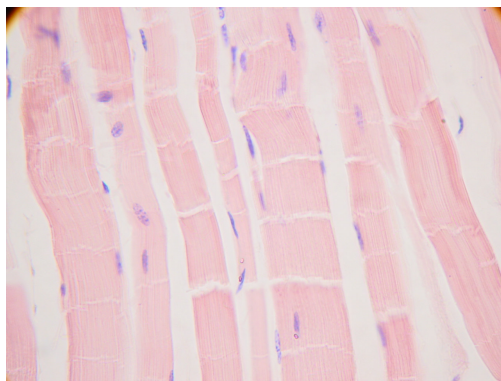


FIGURA 11 Corte longitudinal do músculo *semimembranosus* dos cordeiros Santa Inês alimentados com dieta composta por 75% de concentrado e 25% de forragem. HE. 40x.

Para o músculo LD não se observaram diferenças significativas para o diâmetro das fibras de cordeiros alimentados com diferentes dietas. Entretanto, animais alimentados com a dieta composta por 100% de concentrado apresentaram maior diâmetro das fibras para o músculo SM, sendo significativamente diferente dos demais grupos (Tabela 13). Entre as dietas de 75:25 e 50:50, para o mesmo músculo, não houve diferença significativa. Este fato sugere que animais alimentados somente com concentrado, e considerando-se a localização anatômica do músculo, apresentam maior potencial em aumento do volume muscular, que é devido ao aumento do diâmetro das fibras já existentes.

TABELA 13 Médias do diâmetro interno das fibras musculares em μm (\pm DP) dos músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM) de cordeiros Santa Inês, alimentados com diferentes dietas

Músculo	Dietas (Concentrado:Forragem)		
	100:0	75:25	50:50
LD	27,70 \pm 0,30	27,89 \pm 0,31	27,00 \pm 0,44
SM	24,74 ^A \pm 0,27	23,26 ^B \pm 0,28	23,02 ^B \pm 0,40

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Nas linhas, letras maiúsculas (A,B) para as dietas.

O número de fibras musculares é determinado por fatores genéticos durante a fase embrionária. Após o nascimento, o número total de fibras permanece inalterado e o aumento da massa muscular é devido a um aumento no tamanho da fibra, ou hipertrofia, que ocorre como resultado da maturação e alongamento dos miotubos já existentes. Nessa fase, o grau de hipertrofia pode sofrer influência da dieta e da idade ou peso de abate (Moody et al., 1980; Rehfeldt et al., 2000; Picard et al., 2003).

Apesar de poucos estudos conduzidos com ovinos avaliando as características morfométricas das fibras musculares, é possível observar que os resultados de diâmetro, encontrados no presente trabalho, foram ligeiramente superiores aos citados na literatura, reforçando o efeito da alimentação sobre a hipertrofia das fibras musculares e a precocidade da raça Santa Inês abatidos aos 35kg, quando comparados com ovinos de outros grupos genéticos, conforme descrevem Macedo et al. (1999) e Monteiro et al. (2000), que relatam diâmetros médios para as fibras musculares de 27,52 μm e 21,48 μm , respectivamente.

Com o objetivo de avaliar as características morfológicas de fibras musculares esqueléticas de cordeiros de dois grupos genéticos ($\frac{1}{2}$ Texel + $\frac{1}{4}$ Bergamácia + $\frac{1}{4}$ Corriedale e $\frac{1}{2}$ Texel + $\frac{1}{4}$ Hampshire + $\frac{1}{4}$ Corriedale)

terminados em confinamento sob diferentes níveis energéticos, dietas com 60% e 75% de NDT, e abatidos entre 30 e 32kg de peso vivo, Macedo et al. (1999) observaram que o diâmetro das fibras musculares do músculo *semitendinosus* não sofreu nenhum efeito da dieta, sendo a média geral de 27,52µm.

Monteiro et al. (2000), avaliando as características de carcaça e das fibras musculares de dois genótipos de cordeiros (Corriedale e cruzas Ile de France x Corriedale), mantidos em pastagem natural e abatidos com idade média de 150 dias, não observaram influência do genótipo sobre o diâmetro das fibras do músculo *longissimus dorsi*, com médias de diâmetro variando de 20,50µm para as cruzas e 21,48µm para a raça Corriedale.

Avaliando o efeito da alimentação sobre as propriedades histológicas do músculo de ovinos, cruzas de Hampshire, Suffolk e Rambouillet, Moody et al. (1980) forneceram aos animais dietas a base de pastagem e pastagem + diferentes níveis de concentrado (13% e 16% de proteína bruta). Os resultados encontrados revelaram que o efeito da alimentação foi mínimo sobre o diâmetro das fibras do músculo *longissimus*, onde apenas o grupo suplementado com 13% de proteína apresentou maior diâmetro das fibras (31,36µm), com valores médios para as outras dietas variando de 28,67µm (pastagem + 16%) a 30,83µm (pastagem).

Hawkins et al. (1985), estudando o efeito do grupo genético, peso ao abate e sexo sobre as propriedades histológicas dos músculos *longissimus* (LD) e *semimembranosus* (SM) de ovinos, observaram que o diâmetro das fibras do músculo LD, independente do sexo ou grupo genético, aumentou nos pesos de abate de 32 a 41kg, mas diminuiu de 41 a 50kg. Uma vez que a hipertrofia pós-natal é limitada por razões genéticas e fisiológicas, os autores acreditam que aos 41kg os animais atingiram o máximo desenvolvimento corporal e, conseqüentemente, o máximo desenvolvimento das fibras. Entretanto, para o

músculo SM o diâmetro das fibras aumentou linearmente com o aumento do peso de abate.

Carpenter et al. (1996) compararam a histologia de músculos de cordeiros normais e que apresentavam a anomalia de hipertrofia muscular conhecida como “callipyge”. Os autores descrevem que “cordeiros callipyge” apresentaram maior média de diâmetro das fibras musculares do tipo glicolítica (FG) e glicolítica-oxidativa (FOG), e menor diâmetro de fibras oxidativas (SO); a hipertrofia no músculo desses animais foi fortemente associada com mudanças nas fibras FG, que apresentaram diâmetro de 45,3µm contra 35,5µm em animais normais para o músculo *longissimus*. Para as fibras SO, os diâmetros médios encontrados foram de 28,7µm e 24,3µm, e para as fibras FOG valores de 33,2µm e 38,5µm para animais normais e “callipyge”, respectivamente.

A utilização do método de coloração Picro-sírius (corte transversal), para visualização do tecido conjuntivo dos músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM), revelou fibras musculares agrupadas em fascículos, com núcleos periféricos, contornadas e separadas por tecido conjuntivo (Figuras 12 e 13).

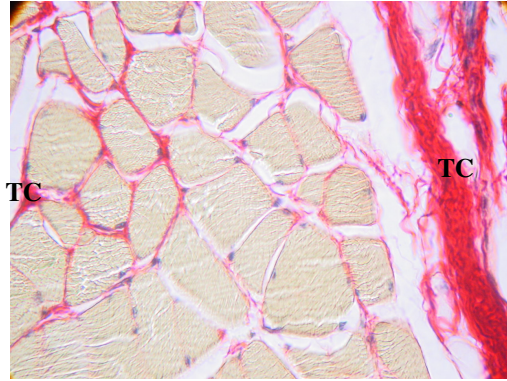


FIGURA 12 Corte transversal do músculo *semimembranosus* dos cordeiros Santa Inês alimentados com dieta composta por 75% de concentrado e 25% de forragem. Picro-sírius, Tecido Conjuntivo (TC). 40x.

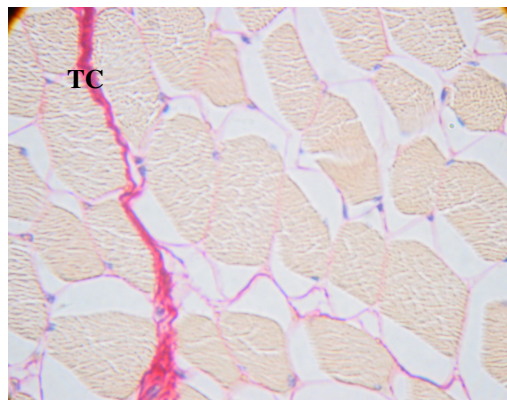


FIGURA 13 Corte transversal do músculo *semimembranosus* dos cordeiros Santa Inês alimentados com dieta composta por 100% de concentrado. Picro-sírius, Tecido Conjuntivo (TC). 40x.

Os resultados encontrados na avaliação histológica mostraram diferenças significativas ($P < 0,05$) para o conteúdo de tecido conjuntivo (Tabela 14) dos músculos LD e SM dos animais submetidos à dieta contendo 75% de concentrado e 25% de forragem em relação aos demais grupos (100:0 e 50:50), que não apresentaram diferenças significativas entre si ($P > 0,05$). No presente trabalho, esses resultados sugerem que animais alimentados com dietas onde há uma elevada relação concentrado:volumoso tendem a acumular mais tecido conjuntivo entre as fibras musculares.

TABELA 14 Médias do conteúdo de tecido conjuntivo em % (\pm DP) dos músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM) de cordeiros Santa Inês, alimentados com diferentes dietas

Músculo	Dietas (Concentrado:Forragem)		
	100:0	75:25	50:50
LD	1,15 ^A \pm 0,03	1,32 ^B \pm 0,03	1,17 ^A \pm 0,05
SM	1,83 ^A \pm 0,07	2,67 ^B \pm 0,07	1,89 ^A \pm 0,10

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Nas linhas, letras maiúsculas (A,B) para as dietas.

Os principais fatores de variação do tecido conjuntivo muscular são a raça, a localização do músculo, o sexo e a idade e, em geral, à medida que a idade do animal aumenta a solubilidade do colágeno diminui e, conseqüentemente, aumenta a dureza (Monteiro, 1998).

Segundo Purslow (2005), a quantidade e a distribuição do tecido conjuntivo no tecido muscular são extremamente variáveis e dependentes da localização e função do músculo, da raça, do desenvolvimento animal e do sistema de alimentação. O autor ainda descreve que durante o crescimento

animal, a hipertrofia das fibras musculares é responsável pelo aumento da massa muscular, e para a acomodação das fibras nos fascículos é necessária a remodelação do endomísio e perimísio, pois caso contrário o crescimento seria limitado. Pardi et al. (1996) relatam que, nessa fase, a quantidade de tecido perimísio que envolve cada feixe de fibras pode variar de músculo para músculo.

No entanto, Judge et al. (1989) afirmam que a quantidade de tecido conjuntivo não aumenta com o avançar da idade, apesar do aumento da dureza da carne ser evidente. Tal fato se deve então não ao aumento do tecido, mas sim ao aumento dos enlaces cruzados entre a reticulina e o colágeno. Os autores também afirmam que músculos que possuem abundante tecido conjuntivo entre os feixes musculares, geralmente apresentam uma textura mais dura, sendo necessários maiores cuidados durante as etapas de preparação.

No presente estudo, as amostras que apresentaram quantidade mais elevada de conteúdos de tecido conjuntivo mostraram força de cisalhamento mais alta, o que pode ter contribuído para essa maior dureza dos músculos.

Monteiro (1998) avaliou histologicamente, utilizando o método Picro-sírius, a presença de tecido conjuntivo do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros e observou que o perimísio das cruzas Ile de France x Corriedale foi mais desenvolvido do que na raça Corriedale, com espessura de perimísio de 3mm e 1mm, respectivamente, indicando mais teor de tecido conjuntivo nas cruzas. Na avaliação química não foi encontrada diferença significativa para o teor de colágeno, que variou de 0,78 a 0,84%.

Desta forma, os resultados aqui encontrados reforçam que a dieta pode influenciar o conteúdo de tecido conjuntivo de músculos com localizações diferentes, aumentando a proporção deste, como observado para os músculos LD e SM dos animais submetidos à dieta de 75% de concentrado e 25% de forragem.

4 CONCLUSÕES

O uso de diferentes dietas não interferiu no diâmetro das fibras musculares do músculo LD da carne de cordeiros Santa Inês, mas influenciou o diâmetro no músculo SM para a dieta com 100% de concentrado. O conteúdo de tecido conjuntivo dos músculos LD e SM foi influenciado pela dieta composta por 75% de concentrado e 25% de volumoso, apresentando os maiores teores.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHMORE, C. R. Phenotypic expression of muscle fiber types and some implications to meat quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.38, n.5, p.1158-1164, Apr. 1974.

CARPENTER, C. E.; RICE, O. D.; COCKETT, N. E.; SNOWDER, G. D. Histology and composition of muscle from normal and callipyge lambs. **Journal of Food Science**, Chicago, v.74, p.388-393, 1996.

DUTSON, T. R.; HOSTETLER, R. L.; CARPENTER, Z. L. Effect of collagen levels and sarcomere shortening on muscle tenderness. **Journal of Food Science**, Chicago, v.41, p.863-866, 1976.

GRANT, A. L.; GERRARD, D. E. Cellular and molecular approaches for altering muscle growth and development. **Canadian Journal of Animal Science**, Ontario, v.78, n.4, p.493-502, Dec. 1998.

HAWKINS, R. R.; MOODY, W. G.; KEMP, J. D. Influence of genetic type, slaughter weight and sex on ovine muscle fiber and fat-cell development. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.61, n.5, p.1154-1163, Nov. 1985.

JUDGE, M.; ABERLE, E.; FORREST, H. **Principles of meat science**. Iowa: Kendall Hunt, 1989. 351p.

JUNQUEIRA, L. C. U.; BIGNOLAS, J.; BRENTANI, R. R. Picrosirius staining plus polarization microscopy – a specific method for collagen detection in tissue sections. **Histochemistry Journal**, v.11, p.447-455, 1979.

KARLSSON, A. H.; KLONT, R. E.; FERNANDEZ, X. Skeletal muscle fibres as factors for pork quality. **Livestock Production Science**, New York, v.60, n.2-3, p.255-269, July. 1999.

LILLIE, R. D. **Histopathology technic and practical histochemistry**. 2.ed. New York: Blaksiston, 1954, 501p.

MACEDO, R. M. G.; DALL PAI-SILVA, M.; MACEDO, F. A. F.; MARTINS, E. N.; DALL PAI, V. Características morfológicas de fibras musculares

esqueléticas de cordeiros, terminados em confinamento, sob diferentes níveis energéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, RS: SBZ, 1999.

MONTEIRO, E. M. **Influência do cruzamento Ile de France x Corriedale (F1) nos parâmetros de qualidade da carne de cordeiro.** 1998. 99p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

MONTEIRO, E. M.; SHIMOKOMAKI, M.; SILVA, M. D. P.; DALL PAI, V. Efeito 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, dez., 2000.

MONTEIRO, E. M. Fibra muscular e parâmetros de qualidade da carne. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Curso de Qualidade da Carne.** Bagé: CPPSul, 2001, p.20-26.

MOODY, W. G.; KEMP, J. D.; MAHYUDDIN, M.; JOHNSTON, D. M.; ELY, D. G. Effect of feeding systems, slaughter weight and sex on histological properties of lamb carcasses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.50, n.2, p.249-256, Feb. 1980.

OZAWA, S.; MITSUHASHI, T.; MITSUMOTO, M.; MATSUMOTO, S.; ITHON, N.; ITAGAKI, K.; KOHNO, Y. DOHGO, T. The characteristics of muscle fiber types of *longissimus thoracis* muscle and their influences on the quantity and quality of meat from Japanese Black steers. **Meat Science**, Amsterdam, v.54, n.1, p.65-70, Jan. 2000.

PARDI, M. C., SANTOS, I. F. dos, SOUZA, E. R. de. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne.** Goiânia: CEGRAF-UFG, 1996. v.1, 586p.

PICARD, B.; JURIE, C.; CASSAR-MALEK, I.; HOCQUETTE, J. F. Typologie et ontogénese des fibres musculaires chez différentes espèces d'intérêt agronomique. **INRA Production Animal**, Saint-Gilles, v.16, n.2, p.117-123, 2003.

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

REHFELDT, C.; FIEDLER, I.; DIETL, G.; ENDER, K. Myogenesis and postnatal skeletal muscle cell growth as influenced by selection. **Livestock Production Science**, New York, v.66, n.2, p.177-188, Oct. 2000.

REIS, M. A.; OLIVEIRA, F. A.; TEIXEIRA, V. P. A. **Método demonstrativo para o cálculo da média acumulada**. 2001. Disponível em http://www.fmtm.br/insptpub/fmtm/patge/mmed_acumu1.htm. Acessado em 18/09/2004.

SEIDEMAN, S. C.; CROUSE, J. D. The effects of sex condition, genotype and diet on bovine muscle fiber characteristics. **Meat Science**, Amsterdam, v.17, n.2, p.55-72, 1986.

WEGNER, J.; ALBRECHT, E.; FIEDLER, I.; TEUSCHER, F.; PAPSTEIN, H. J.; ENDER, K. Growth and breed related changes of muscle fiber characteristics in cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.78, n.6, p.1485-1496, June. 2000.

CAPÍTULO 5
PROPRIEDADES SENSORIAIS

RESUMO

FERRÃO, Sibelli Passini Barbosa. Propriedades sensoriais. In:_____. **Características morfométricas, sensoriais e qualitativas da carne de cordeiros**. 2006. p.130-146. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹

As características sensoriais da carne estão relacionadas com maciez, suculência, sabor e aroma do produto cozido, e podem ser influenciadas de maneira significativa pela dieta. Para a avaliação de tais características recomenda-se, além de análises químicas, a análise por um painel sensorial. Nesse trabalho, propôs-se avaliar o efeito de diferentes dietas sobre as propriedades sensoriais da carne de cordeiros. Três dietas à base de silagem de cana-de-açúcar e polpa de *citrus*, em diferentes relações concentrado:volumoso (100:0; 75:25; 50:50), foram fornecidas a 21 cordeiros da raça Santa Inês, que foram abatidos aos 35kg. O experimento de campo foi realizado no Setor de Ovinocultura do DZO da UFLA, Lavras/MG. Após o abate, as carcaças foram mantidas resfriadas a -2°C/24h e em seguida retirado o músculo *longissimus dorsi* (LD) para a análise sensorial. As análises foram conduzidas no Laboratório de Análises Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da UFLA, Lavras/MG. As amostras cozidas foram servidas a um painel de 12 provadores treinados para avaliação sensorial dos atributos de aparência, sabor, aroma, maciez e suculência. Os dados interpretados foram analisados pelo Proc Mixed do pacote estatístico SAS. A avaliação realizada pelos julgadores demonstrou que não houve efeito significativo ($P>0,05$) da dieta sobre os atributos de sabor, maciez e suculência. Entretanto, a aparência e o aroma sofreram influência, com diferença significativa entre os tratamentos 100:0 e 50:50. O aroma mais forte a “ovino” e a aparência mais “desagradável” foram mais evidentes nos animais alimentados com a dieta 100:0. As amostras provenientes dos animais alimentados com a dieta 50:50 apresentaram-se, de maneira geral, de melhor qualidade sensorial em relação às demais dietas. No presente estudo, esses resultados sugerem que o elevado teor de concentrado da dieta foi capaz de promover diferenças perceptíveis pelo painel sensorial apenas para os atributos de aparência e aroma da carne.

¹Comitê de Orientação: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora); Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA; Suely de Fátima Costa - UFLA

ABSTRACT

FERRÃO, Sibelli Passini Barbosa. Sensorial properties. In:_____. **Morfometrics, sensorial and qualitative characteristics of meat of lambs.** 2006. p.130-146. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹

The sensorial characteristics of meat are related to tenderness, juiciness, taste and flavor of the cooked product, and it can be influenced in a significant way by diet. For the evaluation of such characteristics it's recommended, beyond chemical analyses, the analysis for a sensorial panel. This study proposed the evaluation of the effects of different diets on the sensorial properties of the meat of lambs. Three diets having sugar cane ensilage and pulp of *citrus* as a base, differing only in the proportion of concentrated:forrage (100:0; 75:25; 50:50), have been offered to 21 lambs of Santa Inês breed, that were slaughtered with 35kg. The field experiment was carried out at the Sector of Ovinocultura of DZO of UFLA, Lavras/MG. After slaughter, the carcasses have been kept cooled at -2°C/24h, then it was removed the *longissimus dorsi* (LD) muscle for the sensorial analysis. The analyses have been carried out at the Sensorial Laboratory of Analyses of Food Science Department (DCA) of UFLA, Lavras/MG. The cooked samples were served to a panel of 12 judges trained for sensorial evaluation of the attributes of appearance, taste, flavor, juiciness and succulence. The interpreted data have been analysed by Proc Mixed of SAS statistical program. The evaluation made by the judges demonstrated that it did not have significant effect ($P>0.05$) of the diet on the attributes of taste, tenderness and juiciness. However, the appearance and the flavor have been influenced, with significant difference between treatments 100:0 and 50:50. The strongest "sheep" flavor and the most "distasteful" appearance have been evident in the meat of animals fed with diet 100:0. The samples proceeding from the animals fed with diet 50:50 have presented, in general way, better sensorial quality in comparison to the other diets. In the present study, these results suggest that the high concentrated proportion on the diet was capable of promoting differences detectable by the sensorial panel only for the attributes of appearance and flavor of the meat.

¹Guidande Commitae: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora); Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA; Suely de Fátima Costa - UFLA

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, apesar do crescente aumento da ovinocultura de corte, o mercado consumidor de carne ovina ainda é bastante reduzido, uma vez que há uma oferta inconstante do produto, sem padronização e com excesso de gordura nas carcaças. Dessa forma, a produção de carne ovina vem suprindo apenas uma pequena parte do consumo interno, onde o cordeiro é a categoria de maior demanda (Pilar et al., 2002).

Zapata et al. (2000) descrevem que a carne ovina não tem contribuído significativamente para a dieta da população em nosso país devido, em parte, às características sensoriais algumas vezes consideradas desagradáveis, como odor e sabor ativos e também ao baixo padrão de qualidade nas operações de abate, armazenamento e comercialização.

O sabor e odor da carne de ovinos são frequentemente mencionados como o motivo do baixo consumo dessa carne. A exata causa para o chamado “flavour” indesejável ainda não está bem definido, mas acredita-se que a alta proporção de ácidos graxos saturados, além da degradação e reações de compostos solúveis em água durante o cozimento sejam os principais responsáveis (Vesely, 1973; Melton, 1990).

No entanto, Sañudo et al. (1998) relatam que os fatores de aceitabilidade e as preferências específicas por distintos tipos de carcaças e carnes podem variar entre os consumidores de diferentes países e regiões. Em alguns países como, por exemplo, na Espanha, o sabor e odor característicos da carne de ovinos são apreciados e representam cerca de 53% das razões que levam à compra do produto, seguidos da maciez e suculência (13%).

As propriedades sensoriais são influenciadas por fatores intrínsecos como raça, sexo, idade, tipo de músculo, pH e peso vivo, e por fatores

extrínsecos como tecnologias pós-abate e sistema de alimentação, que é considerado um dos fatores de variação de maior importância, exercendo efeito significativo sobre o aroma e o sabor da carne (Melton, 1990; Rousset-Akrim et al., 1997; Jamora & Rhee, 1998; Beriain et al., 2000).

Segundo Young et al. (1994), as características sensoriais da carne de ovinos são difíceis de avaliar objetivamente. Assim, os parâmetros indicadores de qualidade organoléptica são geralmente verificados por meio de um painel sensorial, que utiliza questionamentos apropriados, e que pode ser utilizado posteriormente para complementar o entendimento dos critérios de qualidade utilizados pelos consumidores.

Nesse trabalho, o objetivo foi avaliar o efeito de diferentes dietas sobre as propriedades sensoriais dos músculos *longissimus dorsi* de cordeiros da raça Santa Inês, submetidos a dietas contendo 100% de concentrado, 75% de concentrado e 25% de volumoso, e 50% de concentrado e 50% de volumoso.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparo das amostras

As amostras do músculo *longissimus dorsi* (LD) provenientes do lado direito da carcaça foram descongeladas a 5°C por 24 horas. Em seguida, os músculos foram cortados transversalmente em pedaços de 4 x 3 x 2 cm, envolvidos em papel alumínio e levados ao forno elétrico a 170°C, até atingirem a temperatura interna de 75°C. A temperatura interna foi determinada com auxílio de um termômetro, que foi inserido no centro geométrico de cada peça. Após as peças estarem assadas, foram cortadas em cubos de 1 cm³, e esses transferidos para um béquer pré-aquecido, codificado e coberto com vidro relógio, permanecendo à temperatura de 45-50°C, não ultrapassando o tempo de 15 minutos do corte até o momento de serem servidos (Fahmy et al., 1992).

2.2. Análise sensorial

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos – UFLA.

As amostras já preparadas foram servidas a um painel de 12 provadores treinados, composto por 4 homens e 8 mulheres. Os provadores avaliaram sensorialmente os atributos de aparência, sabor, aroma, maciez e suculência das amostras utilizando-se uma escala não estruturada de 10 cm (Ferreira, 2000), com o objetivo de verificar se existiam diferenças entre os tratamentos.

O teste baseou-se em apresentar aos provadores, que se encontravam em cabines individuais iluminadas com luz branca, simultaneamente três amostras diferentes. As amostras foram servidas a uma temperatura 45-50°C, em recipientes descartáveis de cor branca, dotados de suportes codificados com três

dígitos numéricos. Os provadores receberam as amostras e a ficha (Figura 14) na qual se pedia ao julgador para marcar em uma linha de 10 cm não estruturada o ponto onde se considerava que correspondesse à intensidade percebida do atributo, considerando-se os extremos, ou seja, o mínimo (menos favorável) e o máximo (mais favorável). As avaliações constaram de 10 sessões, com duas repetições: uma no período da manhã e outra no período da tarde. Para remoção do sabor residual da boca foi utilizada água à temperatura ambiente.

A interpretação dos resultados foi realizada efetuando-se primeiramente uma transformação do ponto marcado para uma nota. Com auxílio de uma régua, mediu-se o ponto marcado e a sua medida em centímetros foi considerada como a nota conferida pelo provador. Notas mais elevadas se aproximavam do extremo máximo e indicavam carnes com aparência mais agradável, aroma característico mais suave, sabor característico mais suave, carne mais macia e com maior suculência. Notas mais baixas se aproximavam do extremo mínimo e indicavam carnes com aparência mais desagradável, aroma característico mais forte, sabor característico mais forte, carne mais dura e com menor suculência.

TESTE DE QUALIDADE – ESCALA NÃO ESTRUTURADA – CARNE DE CORDEIRO

NOME: _____

DATA: ____/____/2004

Por favor, avalie cada amostra e registre a sensação percebida de acordo com a escala abaixo. Lave a boca entre uma amostra e outra.

Amostras: _____

Aparência Desagradável Agradável
|_____|

Aroma caract. Forte Suave
|_____|

Sabor caract. Forte Suave
|_____|

Maciez Dura Macia
|_____|

Suculência Seca Úmida
|_____|

Comentários: _____

FIGURA 14 Ficha de escala não estruturada para avaliação da qualidade de carne de cordeiro

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pela avaliação sensorial em relação às características de aparência, aroma, sabor, maciez e suculência estão apresentados na Tabela 15.

TABELA 15 Médias dos valores atribuídos aos atributos de qualidade da avaliação sensorial (\pm DP) de carne oriunda do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês, alimentados com diferentes dietas

Atributos*	Dietas (Concentrado:Forragem)		
	100:0	75:25	50:50
Aparência	7,00 ^A \pm 0,10	7,35 ^{AB} \pm 0,13	7,41 ^B \pm 0,14
Aroma	6,70 ^A \pm 0,09	6,97 ^{AB} \pm 0,12	7,15 ^B \pm 0,19
Sabor	6,54 \pm 0,22	6,87 \pm 0,23	7,01 \pm 0,33
Maciez	6,01 \pm 0,21	6,24 \pm 0,22	6,37 \pm 0,56
Suculência	5,33 \pm 0,25	5,33 \pm 0,25	5,68 \pm 0,49

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Nas linhas, letras maiúsculas (A,B) para as dietas.

* Os atributos de qualidade foram avaliados por meio de escala não estruturada de 10 cm, onde os extremos correspondem: 0 – menos favorável e 10 – mais favorável

A avaliação realizada pelos julgadores do painel sensorial demonstrou que não houve efeito da dieta sobre os atributos de sabor, maciez e suculência ($P > 0,05$). Com relação à aparência e ao aroma, o painel não identificou diferenças entre os tratamentos de 100:0 e 75:25 e entre 75:25 e 50:50, mas

diferenças significativas foram detectadas entre os tratamentos 100:0 e 50:50 ($P < 0,05$).

O aroma, que pode ser entendido como aroma característico da carne de ovino, ou aroma a “ovino”, foi mais evidente nos animais alimentados com a dieta de 100:0, bem como uma aparência mais “desagradável”. Apesar de não serem observadas diferenças para todos os atributos, de maneira geral, a dieta de 50:50 apresentou as notas mais elevadas para todas as características avaliadas, indicando que, em uma análise subjetiva, as amostras provenientes desta dieta teriam uma qualidade sensorial superior em relação às demais.

Segundo Siqueira et al. (2002), a alimentação é preponderante na determinação dos caracteres sensoriais da carne e o aumento da suculência se deve ao uso de concentrado na dieta, o qual, pelo fato de alterar a composição em ácidos graxos da gordura, permite modificar o sabor e o odor. Madruga et al. (2005) afirmam que o aroma e o sabor característicos da carne estão diretamente relacionados ao teor de gordura presente no músculo.

Fisher et al. (2000) citam que a carne de ovinos pode adquirir características únicas de “flavour” em função da dieta fornecida aos animais, e que as diferenças percebidas em um painel são, em grande parte, resultados da variação do teor de gordura e da composição em ácidos graxos da mesma.

No presente estudo, o elevado teor de concentrado na dieta não foi capaz de promover diferença significativa para a suculência e o sabor, mas para o aroma podemos observar que a dieta com maior proporção de concentrado (100:0) recebeu a menor nota (6,70) dos julgadores e pode ser considerada com maior aroma característico, coincidindo com aqueles animais que apresentaram maiores teores de gordura (3,28%). No entanto, como não houve diferença significativa para o teor de gordura entre as dietas, não é possível afirmar que esse parâmetro interferiu nos atributos sensoriais estudados.

Utilizando diferentes pedaços da perna para analisar a qualidade da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes dietas (4 tipos de alimentos volumosos + 40% de concentrado) e abatidos com idade entre 6 e 10 meses, Madruga et al. (2005) realizaram análise sensorial por meio de Escala Hedônica com uma equipe de 15 provadores treinados. Os resultados comprovaram que as dietas influenciaram a qualidade sensorial, uma vez que as maiores notas foram atribuídas à carne dos ovinos que consumiram como volumosos feno de capim-d'água ou feno de restolho de abacaxi, com médias de 7,33 e 7,22 para textura; 7,85 e 7,45 para maciez; 7,65 e 7,42 para sabor; e 7,37 e 7,65 para textura, respectivamente. O “odor a ovino” foi mais evidente nos animais alimentados com silagem de milho, com pontuação média de 4,87.

Tonetto et al. (2004), forneceram diferentes dietas (pastagem natural suplementada, pastagem cultivada de azevém e confinamento) a cordeiros cruzas de Texel x Ile de France com o objetivo de observarem o efeito dos tratamentos sobre as características da carne. Um painel composto por quatro provadores treinados avaliou as amostras de lombo, atribuindo valores em uma escala de 9 pontos, e não percebeu efeito dos tratamentos de alimentação para os parâmetros de maciez, palatabilidade e suculência, com pontuação média variando de 6,8 a 7,61; 6,08 a 7,33 e 6,55 a 6,91, respectivamente.

Os valores médios dos atributos de qualidade do presente estudo estão próximos, mas ligeiramente superiores aos encontrados por Siqueira et al. (2002), que utilizando 8 provadores e escalas estruturadas e não estruturadas de nove centímetros para estudar as características sensoriais do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros abatidos com 4 pesos distintos (28, 32, 36 e 40kg) e alimentados com dieta composta por 35% de feno e 65% de concentrado, observaram que para a raça Santa Inês não houve diferença entre pesos para os atributos avaliados, com pontuação média de 6,9 para aparência; 6,6 para aroma; 6,6 para sabor; 5,0 para maciez e 6,1 para suculência.

Em estudo sobre as propriedades físicas e sensoriais da carne ovina no Nordeste brasileiro, Zapata et al. (2000), utilizando cruzas Somalis Brasileira x Crioula e Santa Inês x Crioula submetidas a duas dietas de feno e feno + 20% de concentrado, concluíram que não houve efeito da dieta sobre os parâmetros sensoriais avaliados nas carnes de pernil. A análise sensorial, realizada por meio de uma Escala Hedônica de 9 pontos frente a um painel não treinado de 24 consumidores, indicou uma boa aceitação das carnes avaliadas, com pontuação média variando de 7,04 a 7,25.

Yu et al. (2001), compararam o efeito de dietas a base de fibras (alfafa e aveia) adicionadas de leguminosas cruas e tostadas nos atributos sensoriais do músculo *biceps femoris* de cordeiros (Border Leicester x Merino x Poll Dorset) e não encontraram diferenças significativas para aroma, sabor, suculência, maciez e aceitabilidade total. O painel não treinado de 16 provadores indicou que aroma e sabor fortes foram mais altos na dieta com a leguminosa tostada.

Com o objetivo de avaliar o efeito da dieta sobre as propriedades da carne cozida de cordeiros, Ponnampalam et al. (2002) forneceram diferentes dietas suplementadas com ração de peixe + óleos protegidos e não protegidos a animais do cruzamento Border Leicester x Merino x Poll Dorset, e utilizaram provadores não treinados, mas acostumados ao consumo desta carne. O painel sensorial indicou que apenas a suculência foi afetada pelas diferentes dietas, e que o sabor e o aroma característicos não foram mascarados por nenhum dos compostos dos sistemas de alimentação. Em todos os tratamentos o sabor estranho de “papelão” esteve presente, o que é sugestivo de oxidação dos lipídeos.

Young et al. (2003), avaliaram o sabor da carne de cordeiros da raça Romney alimentados a pasto (animais inteiros e castrados), com alfafa e com milho (somente animais inteiros), por meio de 12 provadores treinados e que utilizaram uma escala não estruturada de 9 pontos. O painel sensorial encontrou

maior intensidade de sabor a “ovino” em animais alimentados a pasto, maior intensidade de sabor “a óleo/gordura” em animais alimentados com alfafa, e sabores estranhos (curral) em dietas de alfafa e milho.

4 CONCLUSÕES

O uso de diferentes dietas não foi capaz de promover diferenças significativas perceptíveis pelo painel sensorial para os parâmetros de sabor, maciez e suculência. Os atributos de aparência e aroma foram influenciados pela alimentação dos animais. O elevado teor de concentrado na dieta (100% de concentrado) levou à ocorrência de carnes com aparência mais desagradável e aroma característico mais forte.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERIAIN, M. J.; GORRAIZ, C.; HORCADA, A.; PURROY, A. Sensory quality of fresh lamb meat. In: LEDIN, I. & MORAND-FEHR, P. (Ed). **Sheep and goat nutrition: intake, digestion, quality of products and rangelands**. Cahiers Options Méditerranéennes, Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, 2000, v.52, p.125-128.

FAHMY, M. H.; BOUCHER, J. M.; POSTE, L. M.; GRÉGOIRE, R.; BUTLER, G.; COMEAU, J. E. Feed efficiency, carcass characteristics, and sensory quality of lambs, with or without prolific ancestry, fed diets with different protein supplements. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n.5, p.1365-1374, June. 1992.

FERREIRA, V. L. P. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas: SBCTA, 2000. 127p.

FISHER, A. V.; ENSER, M.; RICHARDSON, R. I. WOOD, J. D.; NUTE, G. R.; KURT, E., SINCLAIR, L. A.; WILKINSON, R. G. Fatty acid composition and eating quality of lamb types derived from four diverse breed x production systems. **Meat Science**, Amsterdam, v.55, n.2, p.141-147, June. 2000.

JAMORA, J. J.; RHEE, K. S. The uniqueness of lambs: nutritional and sensory properties. **Sheep & Goat Research Journal**, Englewood, v.14, n.1, p.53-64, Jan. 1998.

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

MELTON, S. L. Effects of feeds on flavor of red meat: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, n.12, p.4421-4435, Dec.1990.

PILAR, R. C.; PÉREZ, J. R. O.; SANTOS, C. L.; PEDREIRA, B. C. **Considerações sobre a produção de cordeiros**. Lavras: UFLA, 2002. 24p. (Boletim Agropecuário, 53).

PONNAMPALAM, E. N.; SINCLAIR, A. J.; EGAN, A. R.; FERRIER, G. R.; LEURY, B. J. Dietary manipulation of muscle long-chain omega-3 and omega-6 fatty acids and sensory properties of lamb meat. **Meat Science**, Amsterdam, v.60, n.2, p.125-132, Feb. 2002.

ROUSSET-AKRIM, S.; YOUNG, O. A.; BERDAGUÉ, J. L. Diet and growth effects in panel assessment of sheepmeat odour and flavour. **Meat Science**, Amsterdam, v.45, n.2, p.169-181, Feb. 1997.

SAÑUDO, C.; SANCHEZ, A.; ALFONSO, M.A. Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. **Meat Science**, Amsterdam, v.49, suppl.1, p.29-64, May. 1998.

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

TONETTO, C. J.; PIRES, C. C.; MÜLLER, L.; ROCHA, M. G.; SILVA, J. H. S.; FRESCURA, R. B. M.; KIPPERT, C. J. Rendimentos de corte da carcaça, características da carne e componentes de peso vivo em cordeiros terminados em três sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.234-241, jan./fev. 2004.

VESELY, J. A. Fatty acids and steroids affecting flavor and aroma of meat from ram, cryptorchid, and wether lambs. **Canadian Journal Animal Science**, Ontario, v.53, n.4, p.673-678, Dec. 1973.

YOUNG, O. A.; REID, D. H.; SMITH, M. E.; BRAGGINS, T. J. Sheepmeat odour and flavour. In: SHAHIDI, F. (Ed). **Flavour of meat and meat products**. New York: Black Academic & Professional, 1994, p.71-97.

YOUNG, O. A.; LANE, G. A.; PRIOLO, A.; FRASER, K. Pastoral and species flavour in lambs raised on pasture, lucerne or maize. **Journal of the Science of Food and Agricultural**, Oxford, v.83, p.93-104, Dec. 2003.

YU, P.; SPRAGUE, M.; EGAN, A. R.; CASTLEMAN, G. H.; LEURY, B. J. Comparison of raw and roasted narbon beans (*Vicia narbonensis*) on performance and meat sensory attributes of lambs fed a roughage-based diet. **Animal Feed Science and Technology**, New York, v.92, n.1-2, p.1-16, July. 2001.

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

CAPÍTULO 6

COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS E COLESTEROL

RESUMO

FERRÃO, Sibelli Passini Barbosa. Composição de ácidos graxos e colesterol. In: _____. **Características morfométricas, sensoriais e qualitativas da carne de cordeiros**. 2006. p.147-175. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹

Atualmente, a carne vermelha tem sido apontada como a grande vilã das doenças cardiovasculares, e especialistas acreditam que o consumo tem caído devido à grande quantidade de gordura e à composição em ácidos graxos e colesterol da mesma. Com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes dietas sobre perfil de ácidos graxos e colesterol, foram utilizados a 21 cordeiros da raça Santa Inês, alimentados com três dietas à base de silagem de cana-de-açúcar e polpa de *citrus*, que se diferenciavam em seus níveis de concentrado: volumoso (100:0; 75:25; 50:50). O experimento de campo foi realizado no Setor de Ovinocultura do DZO da UFLA, Lavras/MG. Ao atingirem 35kg, os animais foram abatidos e as carcaças permaneceram em câmara fria a -2°C/24h. Os músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM) foram retirados para as análises dos níveis de colesterol e da composição de ácidos graxos, que foram realizadas no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da UFLA, Lavras/MG, e no Laboratório de Pesticidas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Piracicaba/SP. Os resultados encontrados foram analisados pelo Proc Mixed do pacote estatístico SAS. Não houve diferença entre as dietas ($P < 0,05$) para os teores de colesterol nos dois músculos, com valores médios variando de 50,73 a 53,99mg/100g para o músculo LD e 52,57 a 56,19mg/100g para o músculo SM. Diferenças significativas ($P > 0,05$) foram encontradas entre as dietas para os ácidos graxos saturados C18:0, monoinsaturados C18:1T11, e poliinsaturados C18:2C9T11 (CLA) no músculo LD e para os graxos saturados C15:0, monoinsaturados C14:1 e C18:1T11, e poliinsaturados C18:2 ω 6 e C18:2C9T11 (CLA) no músculo SM. Em ambos os músculos, entre os ácidos graxos identificados, houve predominância de seis (C14:0, C16:0, C16:1, C18:0, C18:1, C18:2). O total de ácidos graxos saturados e poliinsaturados do músculo LD foi influenciado pelas dietas 100:0 e 75:25, e no músculo SM somente pela dieta 100:0 para os poliinsaturados. Apenas a relação ácidos graxos poliinsaturados:ácidos graxos saturados foi afetada pelas diferentes dietas nos dois músculos.

¹Comitê de Orientação: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora); Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA; Suely de Fátima Costa - UFLA

ABSTRACT

FERRÃO, Sibelli Passini Barbosa. Composition of fatty acids and cholesterol. In: _____. **Morfometrics, sensorial and qualitative characteristics of meat of lambs**. 2006. p.147-175. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG¹

Nowadays, red meat has been blamed for the increase of severe heart diseases, and specialists believe that the consumption has decreased due to the great amount of fatty acids and cholesterol in its composition. With the aim of evaluating the effects of different diets on profile of fatty acids and cholesterol, 21 lambs Saint Inês breed were fed with three diets having sugar cane ensilage and pulp of *citrus* as a base, with different proportions of concentrated:forrage (100:0; 75:25; 50:50). The field experiment was carried out at the Sector of Ovinocultura of DZO of UFLA, Lavras/MG. After reaching 35kg, the animals were slaughtered and the carcasses were cooled at -2°C/24h. The muscles *longissimus dorsi* (LD) and *semimembranosus* (SM) were removed for cholesterol levels and composition fatty acid analyses, which had been carried out at the Food Science Department (DCA) of UFLA, Lavras/MG, and in the Pesticide Laboratory of the Superior School of Agriculture "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP, Piracicaba/SP. The results were analysed by Proc Mixed of SAS statistical program. There was not significant difference between the diets (P<0,05) for cholesterol taxes in the two muscles, with average values varying from 50.73 to 53.99mg/100g for muscle LD and from 52.57 to 56.19mg/100g for muscle SM. Differences (P>0,05) were found between the diets for the saturated fatty acid C18:0, monounsaturated C18:1T11, and polyunsaturated C18:2C9T11 (CLA) in muscle LD and for the saturated fatty acid C15:0, monounsaturated C14:1 and C18:1T11, and polyunsaturated C18:2ω6 and C18:2C9T11 (CLA) in muscle SM. In both muscles, there were predominance of six (C14:0, C16:0, C16:1, C18:0, C18:1, C18:2) fatty acids. The total of saturated and polyunsaturated fatty acids of muscle LD was influenced by diets 100:0 and 75:25, and in muscle SM there was influence of diet 100:0 for the polyunsaturated. Only the relation polyunsaturated fatty acid:saturated fatty acid has been affected by the different diets in the two muscles.

¹Guidance Commitaee: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora); Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA; Suely de Fátima Costa - UFLA

1 INTRODUÇÃO

A ingestão diária de carne (100g/dia) é capaz de suprir a maior parte das exigências em proteínas e ácidos graxos essenciais para o homem. No entanto, é considerado um alimento com elevado teor de lipídeos e ácidos graxos saturados, os quais estão associados ao aumento dos níveis de colesterol plasmático (Pérez et al., 2002).

Atualmente, devido à atenção que o consumidor tem dado para a relação entre dieta e saúde, há uma crescente preocupação com o conteúdo de gordura dos produtos de origem animal. Desta forma, recomendações têm sido sugeridas sobre a redução da ingestão de gordura, principalmente as ricas em colesterol e ácidos graxos saturados, com o propósito de diminuir o risco de obesidade, câncer e doenças cardiovasculares (Wheeler, et al., 1987; Browning, et al., 1990; Zapata et al., 2001).

A composição em ácidos graxos exerce um importante papel na qualidade da carne, estando relacionada com os atributos organolépticos, principalmente o “flavour”, e com o valor nutricional da gordura para a saúde do homem. O baixo consumo de colesterol e de ácidos graxos saturados, além de um aumento nas proporções entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados, e entre ácidos graxos ω -6 e ω -3, são associados com menor risco de ocorrência de doenças coronarianas (Santos-Silva et al., 2002; Salvatori et al., 2004).

O perfil lipídico da carne está diretamente relacionado com os lipídeos da dieta. No entanto, em ruminantes, a microbiota do rúmen hidrogena extensivamente os ácidos graxos insaturados oriundos da alimentação, transformando-os em ácidos graxos saturados em sua maior parte, com pequenas quantidades de poliinsaturados. Os ácidos graxos mais encontrados então são: saturados - mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0);

monoinsaturados - palmitoléico (C16:1) e oléico (C18:1); poliinsaturados – linoléico (C18:2), linolênico (C18:3) e araquidônico (C20:4) (Harfoot & Hazlewood, 1988; Monteiro, 1998).

Várias estratégias têm sido utilizadas para conseguir modificar a composição em ácidos graxos da carne de ovinos e assim atender a procura dos consumidores por alimento saudável, dentre elas estão a escolha da raça (Monteiro, 1998; Bianchi et al., 2003; Faria, 2005), sexo (Webb et al., 1994), peso ao abate (Pérez et al., 2002; Santos-Silva et al., 2002) e alimentação (Enser, et al., 1998; Wachira et al., 2002; Madruga et al., 2005).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a composição de ácidos graxos e os níveis de colesterol em cordeiros da raça Santa Inês alimentados com diferentes dietas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Extração e determinação de colesterol e perfil de ácidos graxos

As amostras para a extração de lipídeos com a finalidade de determinação da composição lipídica foram extraídas dos músculos *longissimus dorsi* (LD) e *semimembranosus* (SM), isentos de gorduras aparentes e tecidos conjuntivos. A extração de lipídeos foi realizada em duplicata, com metodologia que emprega exposições mínimas da amostra a temperaturas elevadas, de acordo com os procedimentos estabelecidos por Folch et al. (1957).

As amostras de 5g foram homogeneizadas em 50mL de solução (clorofórmio/metanol – 2:1). Em seguida, a filtração foi realizada em papel filtro com velocidade média para funil de separação de 500mL e o material foi agitado com 10mL de solução de cloreto de potássio a 12%, permanecendo em repouso por 2 horas para separação das porções polar e apolar. A porção polar foi descartada e a porção apolar foi submetida a nova separação, começando com agitação com 6mL de solução saturada de cloreto de potássio, permanecendo em repouso por 12 horas. Posteriormente à segunda separação, a fração apolar foi recolhida para um balão volumétrico de 50mL, ao qual foi adicionado clorofórmio até completar o volume. Desse extrato foram retirados 5mL para determinação de colesterol e 5mL para determinação do perfil de ácidos graxos.

2.1.1 Determinação do colesterol

A determinação do colesterol foi realizada por metodologia colorimétrica de acordo com Bohac et al. (1988), com adaptações de Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (1995). A alíquota de 5mL do extrato foi evaporada com

nitrogênio gasoso e saponificada com solução de hidróxido de potássio em etanol 12%. A porção não saponificada (colesterol) foi extraída com hexano, concentrada com nitrogênio gasoso em banho-maria a 45°C e submetida à reação de cor por agitação durante 10 segundos com ácido acético e ácido sulfúrico, tendo como catalisador o sulfato ferroso. Após a agitação, a amostra permaneceu em repouso por 15 minutos, e em seguida foi feita leitura no espectrofotômetro no comprimento de onda de 490nm.

A quantificação do colesterol foi realizada por relação com a curva padrão elaborada com 0,01g de colesterol (p.a.) diluído em 50mL de hexano em balão volumétrico. Dessa solução, 5mL foram retirados e diluídos novamente com hexano em balão volumétrico de 25mL, a partir do qual foram retiradas alíquotas de 1, 2, 3, 4 e 5mL, que são correspondentes às concentrações de 40, 80, 120, 160 e 200 μ g/mL. As alíquotas de colesterol da curva padrão foram suficientes para cobrir as possíveis variações de concentrações previsíveis para as amostras.

2.1.2 Determinação do perfil de ácidos graxos

A amostra contendo 5mL foi concentrada com uso de nitrogênio gasoso em banho-maria à temperatura de 45°C, procedendo-se a saponificação com solução de hidróxido de sódio em metanol 0,5M, seguida de metilação com cloreto de amônia, metanol e ácido sulfúrico segundo procedimentos estabelecidos por Hartman & Lago (1973). Após a metilação, 5mL de hexano foram adicionados e agitados por 10 segundos para separação dos ácidos graxos esterificados. Em seguida, 3mL da porção sobrenadante (hexano e ácidos graxos metilados) foram retirados e concentrados em banho-maria a 45°C com nitrogênio gasoso. No ato da injeção no cromatógrafo a gás, este extrato foi diluído com 100 μ L de hexano e 1 μ L dessa solução.

As amostras foram analisadas em cromatógrafo gasoso em equipamento Trace GC3, aparelhado com detector de chama (FID), coluna capilar SUPELCO 2-4056 SP™ - 2560, de 100m x 0,25mm x 0,2mm para comprimento, diâmetro externo e diâmetro interno, respectivamente. Como gás de arraste utilizou-se o hidrogênio, com fluxo de 40ml/minuto. A temperatura inicial da rampa foi de 70°C por 4 minutos, em seguida a temperatura foi elevada a 13°C/minuto até atingir 175°C, permanecendo por 27 minutos nesta temperatura (1ª rampa). Depois elevou-se a 4°C/minuto até atingir 215°C, permanecendo por 11 minutos nesta temperatura (2ª rampa). A 3ª rampa foi alcançada aumentando-se a temperatura a 4°C/minuto até atingir 240°C, permanecendo por 4 minutos, sendo a temperatura máxima 250°C. O tempo de corrida de cada amostra foi de 70 minutos, com injeção de 1µL/amostra.

Os diferentes ácidos graxos foram identificados pela seqüência de tempo de retenção na coluna, comparados com seqüência de tempo de retenção conhecida do padrão cromatográfico (Supelco™ 37 Component Fame Mix, Sigma-Aldrich) constituído por uma mistura de 37 ácidos graxos. Após a obtenção do perfil de ácidos graxos por cromatografia gasosa, para expressar o teor de ácidos graxos em percentagem, utilizou-se o padrão CRM (Commission of the European Communities, Community Bureau of Reference, Brussels, Belgium), que possui valores certificados para ácidos graxos, estabelecendo-se assim os valores de correção para cada ácido graxo encontrado.

A determinação dos ácidos graxos presentes na fração lipídica extraída de amostras de cordeiros oriundos de tratamentos de diferentes dietas foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Carnes e Pescado - UFLA. A quantificação dos ácidos graxos foi realizada no Laboratório de Pesticidas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios dos ácidos graxos identificados nas análises dos músculos *longissimus dorsi* e *semimembranosus* estão apresentados nas Tabelas 16 e 17, respectivamente.

A alimentação influenciou o perfil de alguns ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados. No entanto, em ambos os músculos, entre os ácidos graxos identificados, houve predominância de seis (C14:0, C16:0, C16:1, C18:0, C18:1 e C18:2), que representaram, em média 90% do total de ácidos graxos, não sendo esses influenciados pelas diferentes dietas. O ácido oléico (C18:1C₉) foi o ácido graxo insaturado que mais contribuiu para a composição total dos ácidos graxos, enquanto os ácidos palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) contribuíram mais intensamente entre os ácidos graxos saturados.

Entre os ácidos graxos saturados, ocorreram diferenças significativas ($P < 0,05$) apenas para o ácido graxo esteárico (C18:0) no músculo LD e para o ácido pentadecanóico (C15:0) no músculo SM. Para o C18:0, as dietas 100:0 e 50:50 foram significativamente diferentes, com maiores percentuais encontrados para as amostras da dieta 50:50. Segundo Monteiro (1998), o ácido esteárico, ao contrário de outros ácidos graxos saturados, classifica-se como não aterogênico. Nesse caso, o aumento deste nos animais alimentados com a dieta 50:50 não pode ser considerado como um fator prejudicial. Para o ácido graxo saturado C15:0 do músculo SM, a dieta 100:0 diferiu-se das demais, apresentando os menores valores. De acordo com Abreu (1993), dietas ricas em concentrado tendem a aumentar os níveis de ácidos graxos de cadeia ímpar, devido à maior produção de propionato, fator não observado neste trabalho, onde a dieta 75:25 apresentou os maiores níveis deste ácido.

TABELA 16 Percentual médio de ácidos graxos (\pm DP) do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês, alimentados com diferentes dietas

Componente	Dietas (Concentrado:Forragem)		
	100:0	75:25	50:50
Saturados	38,08 ^A \pm 1,10	39,87 ^{AB} \pm 1,36	41,73 ^B \pm 1,38
C₄:0	0,34 \pm 0,06	0,53 \pm 0,06	0,40 \pm 0,09
C₆:0	nd	nd	nd
C₈:0	nd	nd	nd
C₁₀:0	0,15 \pm 0,01	0,12 \pm 0,01	0,13 \pm 0,01
C₁₂:0	0,17 \pm 0,02	0,16 \pm 0,02	0,16 \pm 0,03
C₁₄:0	2,12 \pm 0,16	1,98 \pm 0,17	2,09 \pm 0,24
C₁₅:0	0,31 \pm 0,02	0,34 \pm 0,02	0,32 \pm 0,03
C₁₆:0	22,48 \pm 0,45	21,88 \pm 0,47	22,02 \pm 0,67
C₁₇:0	0,95 \pm 0,07	0,89 \pm 0,08	0,87 \pm 0,11
C₁₈:0	11,38 ^A \pm 0,52	13,89 ^{AB} \pm 0,55	15,68 ^B \pm 0,78
C₂₀:0	0,06 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01	0,04 \pm 0,01
Monoinsaturados	43,71 \pm 1,61	42,19 \pm 1,99	41,41 \pm 2,03
C₁₂:1	0,03 \pm 0,01	0,02 \pm 0,01	0,02 \pm 0,01
C₁₄:1	0,12 \pm 0,01	0,12 \pm 0,02	0,10 \pm 0,02
C₁₆:1	2,10 \pm 0,16	1,95 \pm 0,17	2,22 \pm 0,24
C₁₇:1	0,70 \pm 0,07	0,69 \pm 0,07	0,59 \pm 0,10
C₁₈:1C₉	36,44 \pm 1,09	36,26 \pm 1,16	36,56 \pm 1,64
C₁₈:1C₁₁	1,28 \pm 0,10	1,09 \pm 0,10	1,05 \pm 0,15
C₁₈:1T₉	0,32 \pm 0,11	0,15 \pm 0,11	0,38 \pm 0,16
C₁₈:1T₁₀	0,23 \pm 0,04	0,13 \pm 0,04	0,08 \pm 0,06
C₁₈:1T₁₁	1,92 ^A \pm 0,39	0,36 ^B \pm 0,41	0,41 ^B \pm 0,59
C₁₈:1T₁₂	0,56 \pm 0,73	1,41 \pm 0,77	nd
C₂₀:1	nd	nd	nd
Poliinsaturados	7,01 ^A \pm 0,54	5,53 ^B \pm 0,67	5,42 ^B \pm 0,69
C₁₈:2ω6	5,70 \pm 0,33	4,51 \pm 0,35	4,33 \pm 0,50
C₁₈:2C₉T₁₁(CLA)	0,50 ^A \pm 0,03	0,32 ^B \pm 0,04	0,29 ^B \pm 0,05
C₁₈:2T₁₀C₁₂(CLA)	0,12 \pm 0,01	0,09 \pm 0,01	0,08 \pm 0,02
C₁₈:3ω3	0,05 \pm 0,01	0,08 \pm 0,01	0,09 \pm 0,01
C₂₀:3	0,03 \pm 0,01	0,03 \pm 0,01	0,09 \pm 0,01
C₂₀:4ω6	0,22 \pm 0,02	0,19 \pm 0,03	0,16 \pm 0,04
C₂₀:5ω3	0,10 \pm 0,03	0,06 \pm 0,03	0,06 \pm 0,04
C₂₂:5ω3	nd	nd	nd
C₂₂:6ω3	0,29 \pm 0,02	0,24 \pm 0,02	0,32 \pm 0,03

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Nas linhas, letras maiúsculas (A,B) para as dietas. nd - não detectável

TABELA 17 Percentual médio de ácidos graxos (\pm DP) do músculo *semimembranosus* de cordeiros Santa Inês, alimentados com diferentes dietas

Componente	Dietas (Concentrado:Forragem)		
	100:0	75:25	50:50
Saturados	37,16 \pm 0,79	38,85 \pm 0,98	38,77 \pm 1,00
C₄:0	1,69 \pm 0,21	1,99 \pm 0,22	2,05 \pm 0,31
C₆:0	nd	nd	nd
C₈:0	nd	nd	nd
C₁₀:0	0,14 \pm 0,12	0,12 \pm 0,13	0,11 \pm 0,19
C₁₂:0	0,17 \pm 0,03	0,17 \pm 0,03	0,18 \pm 0,04
C₁₄:0	2,11 \pm 0,15	1,92 \pm 0,16	1,98 \pm 0,23
C₁₅:0	0,34 ^A \pm 0,06	0,53 ^B \pm 0,06	0,41 ^B \pm 0,09
C₁₆:0	21,77 \pm 0,46	21,04 \pm 0,48	20,79 \pm 0,68
C₁₇:0	0,87 \pm 0,07	0,89 \pm 0,07	0,88 \pm 0,10
C₁₈:0	9,72 \pm 0,37	12,29 \pm 0,40	12,40 \pm 0,56
C₂₀:0	0,08 \pm 0,01	0,09 \pm 0,01	0,07 \pm 0,01
Monoinsaturados	48,88 \pm 1,80	46,57 \pm 2,23	44,91 \pm 2,27
C₁₂:1	0,02 \pm 0,01	0,03 \pm 0,01	0,05 \pm 0,02
C₁₄:1	0,14 ^A \pm 0,01	0,13 ^A \pm 0,01	0,20 ^B \pm 0,02
C₁₆:1	2,00 \pm 0,11	1,77 \pm 0,12	1,90 \pm 0,17
C₁₇:1	0,69 \pm 0,07	0,59 \pm 0,08	0,43 \pm 0,11
C₁₈:1C₉	40,79 \pm 1,19	41,46 \pm 1,26	39,76 \pm 1,79
C₁₈:1C₁₁	3,44 \pm 1,84	3,59 \pm 1,95	1,23 \pm 2,76
C₁₈:1T₉	0,29 \pm 0,13	0,34 \pm 0,13	0,36 \pm 0,19
C₁₈:1T₁₀	0,33 \pm 0,17	0,28 \pm 0,18	0,55 \pm 0,25
C₁₈:1T₁₁	1,91 ^A \pm 0,36	0,50 ^B \pm 0,41	0,43 ^B \pm 0,53
C₁₈:1T₁₂	1,05 \pm 0,33	0,14 \pm 0,35	nd
C₂₀:1	nd	nd	nd
Poliinsaturados	8,38 ^A \pm 0,53	6,96 ^B \pm 0,65	6,39 ^B \pm 0,66
C₁₈:2ω6	6,72 ^A \pm 0,31	5,51 ^B \pm 0,33	5,08 ^B \pm 0,47
C₁₈:2C₉T₁₁(CLA)	0,73 ^A \pm 0,04	0,50 ^B \pm 0,04	0,40 ^B \pm 0,06
C₁₈:2T₁₀C₁₂(CLA)	0,11 \pm 0,01	0,09 \pm 0,01	0,11 \pm 0,02
C₁₈:3ω3	0,05 \pm 0,01	0,07 \pm 0,01	0,07 \pm 0,01
C₂₀:3ω6	0,05 \pm 0,01	0,07 \pm 0,01	0,05 \pm 0,01
C₂₀:4ω6	0,22 \pm 0,02	0,21 \pm 0,02	0,21 \pm 0,03
C₂₀:5ω3	0,11 \pm 0,05	0,16 \pm 0,06	0,15 \pm 0,08
C₂₂:5ω3	nd	nd	nd
C₂₂:6ω3	0,39 \pm 0,02	0,34 \pm 0,03	0,33 \pm 0,04

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Nas linhas, letras maiúsculas (A,B) para as dietas. nd - não detectável

Abreu (1993) cita que o ácido butírico (C4:0) tem sido considerado como um importante componente do “flavour”, contribuindo para aromas de ranço. Considerando o ácido graxo de cadeia curta C4:0, observa-se que no presente trabalho valores mais elevados foram encontrados no músculo SM em relação ao músculo LD, o que poderia levar a aromas mais desagradáveis no músculo SM.

Alguns ácidos graxos saturados de cadeia média se volatilizam com facilidade em pH mais baixo, o que pode ocorrer durante a própria queda do pH *post mortem* (Abreu, 1993). Tal fato pode ter ocorrido na detecção dos ácidos capríco (C6:0) e caprílico (C8:0), que não foram detectados pelas técnicas de extração e determinação utilizadas.

Para os ácidos graxos monoinsaturados, os animais alimentados com a dieta 100:0 apresentaram comportamento semelhante em ambos os músculos: o ácido C18:1T₁₁ (um isômero do ácido oléico) apresentou os níveis mais elevados na dieta 100:0 e diferiu significativamente das demais dietas (75:25; 50:50); o ácido graxo miristoléico (C14:1) apresentou diferenças significativas (P<0,05) apenas no músculo SM, onde a dieta 50:50 foi capaz de proporcionar os maiores percentuais. Para os demais ácidos graxos monoinsaturados não se observou diferenças significativas entre as diferentes dietas.

Demirel et al. (2004) relatam que o aumento nos níveis de C18:1T₁₁ nos tecidos é resultado da biohidrogenação ruminal incompleta do ácido graxo insaturado C18, devido à inibição da síntese endógena de enzimas redutase, que convertem o trans vacênico (C18:1T₁₁) a ácido esteárico. Segundo Santos-Silva et al. (2002), essa inibição da hidrogenação ruminal é comum de ocorrer em animais alimentados com dietas ricas em concentrado, e a presença de isômeros do C18:1 trans na gordura de ruminantes, e em particular do ácido graxo trans vacênico, não parece estar relacionado com o risco de ocorrência de doenças cardiovasculares no homem.

O efeito da alimentação sobre o C18:1 trans foi observado por Demirel et al. (2004) no músculo *semimembranosus* de cordeiros da raça Suffolk submetidos a dieta a pasto suplementada com óleo de linhaça protegido, apresentando conteúdos médios de 94mg/100g de tecido contra 39mg/100g nas dietas com *Megalac* (fonte de gordura rica em ácido palmítico), e por Santos-Silva et al. (2002) no músculo *longissimus thoracis* de cordeiros Ile de France x Merino alimentados com três tipos de dieta (pastagem; pastagem + concentrado; concentrado de milho, soja e trigo), onde os maiores valores (3,34mg/100g músculo) foram observados nos animais alimentados a pasto. No entanto, Fisher et al. (2000) não observaram diferenças significativas para este ácido graxo em animais da raça Suffolk alimentados a pasto e com suplementação de concentrado.

Entre os ácidos graxos poliinsaturados, o efeito da alimentação foi observado nos dois músculos para o ácido linoléico conjugado (C₁₈:2C₉T₁₁), conhecido como CLA. Animais alimentados com a dieta 100:0 apresentaram níveis mais elevados deste ácido graxo, diferenciando-se estatisticamente (P<0,05) das demais dietas. O ácido graxo linoléico (C₁₈:2ω6) apresentou diferenças significativas (P<0,05) apenas no músculo SM, onde a dieta 100:0 foi capaz de proporcionar os percentuais mais elevados. Para os demais ácidos graxos poliinsaturados não se observou diferenças significativas entre as diferentes dietas.

O ácido linoléico conjugado (CLA), uma mistura de isômeros geométricos e posicionais do ácido octadecadienóico com duplas ligações conjugadas, vem sendo considerado benéfico para a saúde do homem devido às suas propriedades anticarcinogênicas e metabólicas. Em ruminantes, os principais isômeros encontrados são o C₁₈:2C₉T₁₁, envolvido em ação anticarcinogênica, e o isômero C₁₈:2T₁₀C₁₂, particularmente envolvido na regulação da síntese de gordura no organismo, sendo os únicos a terem atividade

biológica reconhecida (Murrieta & Hess, 2003; Demirel et al., 2004; Fernandes, 2004).

Poucos estudos têm sido conduzidos para avaliar o efeito do sistema de alimentação sobre a concentração de CLA na carne de ovinos. Santos-Silva et al. (2002) relatam que cordeiros alimentados a pasto apresentaram maiores proporções de CLA (0,71mg/100g) em relação aos animais suplementados com concentrado (0,32 a 0,58mg/100g). Demirel et al. (2004) estudando o efeito de dietas suplementadas com óleos protegidos observaram valores elevados para CLA, onde a dieta com óleo de linhaça + óleo de peixe registrou conteúdos de 25,8mg/100g.

Os resultados do presente estudo têm tendência similar de perfil de ácidos graxos, porém ligeiramente inferiores, aos encontrados por Madruga et al. (2005), que estudando o efeito de diferentes dietas sobre o perfil de ácidos graxos dos músculos da perna de cordeiros da raça Santa Inês, encontraram efeito da alimentação para alguns ácidos graxos saturados (C17:0 e C18:0) e poliinsaturados (C18:2, C18:3, C20:3 e C20:4). Entre as dietas estudadas, os animais alimentados com palma forrageira produziram carnes com teores mais elevados de ácidos graxos saturados (C17:0 - 2,52 e C18:0 - 20,76) e poliinsaturados (C18:2 - 3,16; C18:3 - 1,32; e C20:3 - 0,53) e percentuais reduzidos de ácidos graxos monoinsaturados.

Avaliando o perfil de ácidos graxos no músculo *longissimus lumborum* de cordeiros Santa Inês puros e Santa Inês x Dorset submetidos a dietas contendo diferentes fontes de óleos vegetais, Macedo et al. (2003) relataram efeito das mesmas sobre a maioria dos ácidos graxos identificados, exceto para os ácidos C20:0 e C20:3 ω 3. Entre os ácidos graxos apresentados, as médias citadas pelos autores foram inferiores ao do presente estudo para C16:0 (18,38% a 22,64%) e C18:1C₉ (35,30% a 39,92%), mas superiores para C17:0 (1,17% a

20,7%), C18:0 (17,42% a 22,79%), C20:0 (0,19% a 0,29%), C18:3 ω 3 (0,13% a 0,34%) e C20:3 ω 3 (0,25% a 0,29%).

Wachira et al. (2002) determinaram o efeito da dieta suplementada com PUFA ω -3 (*Megalac*, linhaça protegida-L, óleo de peixe-FO, FO + L) na composição de AG dos músculos *longissimus dorsi* de cordeiros Suffolk x Lleyne e British x Lleyne, e encontraram que todas as suplementações aumentaram o teor da maioria dos ácidos graxos estudados, com exceção do C12:0, C14:0 e C22:4 ω 6. A dieta com FO dobrou os conteúdos de C20:5 ω 3 e C22:6 ω 3, e a dieta com linhaça aumentou o conteúdo de ácido linoléico conjugado.

Pérez et al. (2002), no músculo *longissimus dorsi* em ovinos das raças Santa Inês e Bergamácia, abatidos aos 35kg, encontraram influência do genótipo sobre ácidos graxos saturados e mono e poliinsaturados, exceto para o C16:0, C17:0 e C18:3 ω 6. Semelhante ao presente estudo, houve predominância de cinco ácidos graxos (C16:0, C16:1, C18:0, C18:1 e C18:2), mas para o ácido clupanodônico (C22:5 ω 3) os autores encontraram valores superiores, com uma variação de 0,19% a 0,94% e uma diminuição de concentração com o aumento do peso ao abate. Cabe ressaltar que na literatura poucos estudos têm citado valores para este ácido.

Santos-Silva et al. (2002) também encontraram efeito dos sistemas de alimentação (pastagem, pastagem + concentrado, concentrado) sobre a composição em ácidos graxos do músculo *longissimus thoracis* de cordeiros Merino Branco e Merino Branco x Ile de France. O ácido esteárico (C18:0) e o araquidônico (C20:4 ω 6) foram os únicos ácidos graxos não afetados pela alimentação. Os cordeiros alimentados a pasto apresentaram as mais altas proporções dos ácidos mirístico (C14:0) e pentadecanóico (C15:0), e mais baixas de palmítico (C16:0), palmitoléico (C16:1C₉) e oléico (C18:1C₉) do que os cordeiros alimentados somente com concentrado. Quando comparamos esses últimos animais com os do presente estudo, alimentados somente com

concentrado, nossos resultados foram ligeiramente superiores aos dos autores para os ácidos C15:0, C16:0, C16:1, C18:1C₉, C18:2 ω 6, CLA e C22:6 ω 6 em ambos os músculos.

Em cruzas Somalis Brasileira x Crioula e Santa Inês x Crioula submetidas a duas dietas (feno e feno + 20% de concentrado), Zapata et al. (2001) não encontraram efeito da alimentação sobre o perfil de ácidos graxos nas carnes de pernil. Em relação ao presente estudo, os autores reportaram valores inferiores para os ácidos C14:0 (1,09 a 1,64), C16:1 (0,63 a 0,70), C18:1 (41,43 a 45,02) e C18:2 (1,42 a 2,70), e superiores para C16:0 (23,00 a 28,43) e C18:0 (1,66 a 2,16).

O efeito de diferentes dietas sobre a composição em ácidos graxos do músculo *semimembranosus* de cordeiros Suffolk foi avaliado por Fisher et al. (2000), onde diferenças significativas não foram observadas apenas para o ácido graxo saturado C16:0. Os animais alimentados somente com concentrado apresentaram resultados superiores aos do presente estudo para os ácidos C14:0 (2,3%), C18:0 (12,3%), C18:2 ω 6 (9,7%), C18:3 ω 3 (0,7%), C20:4 ω 6 (3,3%), C20:5 ω 3 (0,4%) e C22:5 ω 3 (0,8%), e inferiores para C12:0 (0,3%), C16:0 (19,4%), C18:1 (36,7%) e C22:6 ω 3 (0,3%).

Considerando o total dos ácidos graxos, no músculo LD apenas os monoinsaturados (AGMI) não foram influenciados pelas dietas, enquanto os ácidos graxos saturados (AGS) e poliinsaturados (AGPI) foram afetados ($P < 0,05$) pelas mesmas. As somas dos ácidos graxos saturados (AGS) e monoinsaturados (AGMI) do músculo SM não sofreram influência significativa ($P > 0,05$) das diferentes dietas testadas, mas o total de poliinsaturados (AGPI) foi significativamente influenciado ($P < 0,05$).

Comportamento semelhante ao do presente estudo para o total de ácidos graxos saturados foi descrito por Madruga et al. (2005), que encontraram efeito da alimentação para o total de ácidos graxos saturados (47,18 a 50,51) e

poliinsaturados (2,25 a 5,01), mas não para os monoinsaturados (44,50 a 51,81). Rowe et al. (1999), avaliando a influência de duas dietas (concentrado e pastagem) sobre a composição de ácidos graxos do músculo LD de cordeiros de três raças distintas, encontraram efeito da alimentação para AGS (49,36 a 55,07) e AGMI (31,37 a 40,68). AGPI (4,74 a 5,36) não foram afetados pelas dietas.

Em estudo com cordeiros Santa Inês e Santa Inês x Dorset, Macedo et al. (2003) observaram que dietas contendo diferentes fontes de óleos vegetais não influenciaram o total de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados. Solomon et al. (1991), em cordeiros Suffolk x Hampshire alimentados com dietas incorporadas com óleos vegetais, também não observaram efeito da alimentação sobre o total de AGS, AGMI e AGPI.

Faria (2005), estudando cordeiros Texel x Ideal e Texel x Corriedale alimentados em pastagem natural, não encontrou diferenças significativas para os ácidos graxos saturados (35,68% a 37,96%), mas observou diferenças para os mono (38,89% a 42,16%) e poliinsaturados (16,22% a 21,24%), onde os valores médios para estes últimos foram superiores aos encontrados no presente trabalho. Monteiro (1998), não encontrou diferenças entre raças (Corriedale e Corriedale x Ile de France) para o total de ácidos graxos saturados, mono e poliinsaturados.

Os valores médios para a relação entre os totais de ácidos graxos e os níveis de colesterol dos músculos LD e SM estão apresentados na Tabela 18 e 19, respectivamente.

Avaliando a composição geral dos ácidos graxos segundo suas propriedades estruturais, verificou-se diferença significativa ($P < 0,05$) apenas para a relação AGPI:AGS, sendo as demais ($\omega 6/\omega 3$, AGMI:AGS, AGMI:AGPI, Hiper:Hipo e colesterol) não afetadas pelas diferentes dietas.

TABELA 18 Percentual médio do total de ácidos graxos e dos níveis de colesterol mg/100g (\pm DP) do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês, alimentados com diferentes dietas

Componente	Dietas (Concentrado:Forragem)		
	100:0	75:25	50:50
$\omega 6:\omega 3$	13,04 \pm 1,46	12,84 \pm 1,80	10,29 \pm 1,84
AGPI:AGS	0,18 ^A \pm 0,02	0,14 ^B \pm 0,02	0,13 ^B \pm 0,02
AGMI:AGS	1,16 \pm 0,06	1,06 \pm 0,07	0,99 \pm 0,08
Hiper:Hipo*	0,49 \pm 0,02	0,50 \pm 0,03	0,51 \pm 0,03
Colesterol	53,73 \pm 4,00	53,99 \pm 4,25	50,73 \pm 6,01

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Nas linhas, letras maiúsculas (A,B) para as dietas.

AGS: ácido graxo saturado; AGPI: ácido graxo poliinsaturado; AGMI: ácido graxo monoinsaturado; *ácido graxo hipercoeristêmico (C14:0 + C16:0) \div ácido graxo hipocoleristêmico (monoinsaturado + poliinsaturado)

TABELA 19 Percentual médio do total de ácidos graxos e dos níveis de colesterol mg/100g (\pm DP) do músculo *semimembranosus* de cordeiros Santa Inês, alimentados com diferentes dietas

Componente	Dietas (Concentrado:Forragem)		
	100:0	75:25	50:50
$\omega 6:\omega 3$	12,91 \pm 1,18	10,51 \pm 1,46	10,21 \pm 1,49
AGPI:AGS	0,22 ^A \pm 0,02	0,18 ^B \pm 0,02	0,16 ^B \pm 0,02
AGMI:AGS	1,19 \pm 0,14	1,20 \pm 0,17	1,16 \pm 0,17
Hiper:Hipo*	0,42 \pm 0,02	0,43 \pm 0,02	0,44 \pm 0,02
Colesterol	52,57 \pm 3,98	56,19 \pm 4,22	53,57 \pm 5,96

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Nas linhas, letras maiúsculas (A,B) para as dietas.

AGS: ácido graxo saturado; AGPI: ácido graxo poliinsaturado; AGMI: ácido graxo monoinsaturado; *ácido graxo hipercoeristêmico (C14:0 + C16:0) \div ácido graxo hipocoleristêmico (monoinsaturado + poliinsaturado)

A relação entre ácidos graxos $\omega 6/\omega 3$ variou de 10,29 a 13,04 no músculo LD e de 10,21 a 12,91 no músculo SM, sendo ligeiramente maior no músculo LD, mas sem haver diferenças significativas. Essa relação foi superior à relatada

na literatura para a carne de ovinos (Enser et al. 1998; Macedo et al., 2003; Faria, 2005). Tal fato pode ser explicado pelos baixos valores de $\omega 3$ encontrados, o que acabou resultando em maiores valores na relação entre esses ácidos graxos.

Observaram efeito da dieta sobre a relação $\omega 6/\omega 3$ os trabalhos de Wachira et al. (2002), com valores médios variando de 0,68 a 2,08, e Santos-Silva et al. (2002), com médias de 1,85 a 5,47, resultados esses inferiores aos encontrados no presente estudo.

As concentrações ingeridas de ácidos graxos $\omega 6$ e $\omega 3$ através dos alimentos são extensivamente discutidas. Diversos autores acreditam que o efeito biológico dos ácidos graxos essenciais depende da razão entre os ácidos das famílias $\omega 6/\omega 3$ presentes nos fosfolípídeos que constituem as membranas, e que a razão ideal entre eles é a de 10:1. Em países ocidentais, os estudos mostram que esta relação está em torno de 20:1 (Oda, 2002). Por outro lado, a *Japan Society for Lipid Nutrition* recomenda que a razão $\omega 6/\omega 3$ seja de 4:1 para adultos saudáveis e de 2:1 na prevenção de doenças crônicas em idosos (Faria, 2005).

Assim, pode-se inferir que a relação $\omega 6/\omega 3$ encontrada em amostras de carne de ovinos Santa Inês, no presente trabalho, foi elevada nas diferentes dietas, mostrando uma tendência em se afastar da recomendação considerada nutricionalmente adequada.

A relação poliinsaturado/saturado (AGPI/AGS) foi influenciada pela dieta nos dois músculos, mostrando-se superior na dieta 100:0, não ocorrendo diferenças entre as dietas 75:25 e 50:50. De maneira geral, os valores médios encontrados foram inferiores aos citados na literatura, que mostram uma relação AGPI:AGS variando de 0,31 a 0,97 para carne de ovinos (Cañeque et al., 2001; Rhee et al., 2003; Wood et al., 2003; Faria, 2005).

Segundo Santos-Silva et al. (2002), é recomendada a relação AGPI:AGS de 0,45 na dieta. No presente trabalho os resultados encontrados estavam abaixo dessas especificações, o que seria indesejável do ponto de vista nutricional.

A relação monoinsaturado/saturado (AGMI:AGS) variou de 0,99 a 1,20 nas diferentes dietas para os dois músculos estudados, mas sem ocorrer diferenças significativas. Esses resultados estão próximos ao que é descrito para carne de ovinos, com valores de 1,05 a 1,21 (Horcada et al., 1998; Beriain et al., 2000; Rhee et al., 2003).

Madruça et al. (2005) observaram que todas as relações avaliadas entre os ácidos graxos (AGPI:AGS - 0,05 a 0,10; AGPI:AGMI - 0,04 a 0,11; AGMI:AGS - 0,89 a 1,08) foram influenciadas pelas dietas. No entanto, Macedo et al. (2003), em cordeiros Santa Inês e Santa Inês x Dorset submetidos a dietas com diferentes fontes de óleos vegetais, encontraram influência da alimentação apenas para a relação $\omega 6/\omega 3$, com maiores médias para a dieta adicionada de óleo de soja (10,77). A relação AGPI/AGS (0,08 a 0,13) não foi afetada. Rowe et al. (1999) não observaram efeito da dieta sobre a relação AGPI/AGS (0,10).

Segundo Santos-Silva et al. (2002), a relação entre ácido graxo poliinsaturado e saturado (P/S) é normalmente utilizada para avaliar o valor nutricional da gordura. No entanto, a relação P/S é baseada somente na estrutura química do ácido graxo, podendo não ser o melhor caminho para se avaliar o valor nutricional da gordura, uma vez que se considera que todos os ácidos graxos saturados induzem ao aumento de colesterol e ignoram os efeitos dos ácidos graxos monoinsaturados. Assim, os autores recomendam que a melhor maneira de se avaliar o valor nutricional da gordura seria a utilização de relações baseadas nos efeitos funcionais dos ácidos graxos como, por exemplo, a proporção entre ácidos graxos hipercoeristêmico: hipocoeristêmico.

Segundo Monteiro (1998), muitos estudos são direcionados para a identificação dos ácidos graxos saturados (mirístico e palmítico) e há uma

correlação positiva entre estes ácidos graxos e o aumento no soro sanguíneo de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), relacionadas, por sua vez, ao colesterol que leva à formação de ateromas no homem, ao contrário dos ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados, que são hipocoleristêmicos e diminuem as lipoproteínas de baixa densidade (LDL).

Na relação hipercoeristêmico: hipocoleristêmico, as dietas apresentaram-se semelhantes, não influenciando de maneira significativa os resultados encontrados, que variaram de 0,42 a 0,51 nos dois músculos, e foram ligeiramente superiores aos valores citados por Monteiro (1998) no *longissimus* de cordeiros Corriedale e cruzas Ile de France x Corriedale, que variaram de 0,40 a 0,42. Valores elevados para esta relação podem ser um fator negativo para a avaliação do valor nutricional da gordura.

O teor de colesterol dos músculos LD e SM não sofreu influência ($P>0,05$) das diferentes dietas, com valores ligeiramente mais baixos para o músculo LD (50,73 a 53,99mg/100g) em relação ao SM (52,57 a 56,19mg/100g)

Piironen et al. (2002) afirmam que o efeito da alimentação é mais significativo sobre o conteúdo de colesterol do que o sexo e raça. Além disso, variações no conteúdo de colesterol também são observadas entre diferentes músculos de uma mesma espécie, provavelmente devido às diferenças entre os tipos de fibras. Os resultados aqui relatados demonstram menores valores de colesterol para o músculo *longissimus dorsi*, o que pode ser ocasionado por essas diferenças.

Segundo Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (1995), quando a quantidade dos lipídeos do músculo é baixa, a concentração de colesterol é alta, devido as membranas funcionais do tecido muscular apresentarem proporcionalmente mais colesterol que o tecido adiposo intramuscular. Apesar de não terem sido encontradas diferenças significativas entre o valor de colesterol, no músculo SM podemos observar um tendência semelhante ao reportado pelos autores, visto

que a dieta 75:25 apresentou teor mais baixo de gordura (1,93%) e maior de colesterol (56,19mg/100g), em relação às demais dietas.

Madruga et al. (2005) observaram em cordeiros Santa Inês submetidos a diferentes dietas influência do fator alimentação no nível de colesterol, com médias variando de 44,10 a 57,80 mg/100g. Yamamoto et al. (2003), utilizando dietas com diferentes fontes de óleos vegetais em animais Santa Inês e cruzas Santa Inês x Dorset, observaram teores mais baixos de colesterol para a dieta com óleo de linhaça (52,13mg/100g), sendo esta significativamente diferente das demais, que variaram de 57,36 a 61,40mg/100g.

Resultados semelhantes ao do presente estudo foram encontrados por Zapata et al. (2001), onde não foi observado efeito do sistema de alimentação sobre o conteúdo de colesterol, com concentrações médias variando de 54,43 a 60,05mg/100g. O grupo que recebeu suplementação de concentrado apresentou valores de colesterol ligeiramente maiores. Russo et al. (1999), estudando o efeito de três diferentes concentrados sobre o colesterol da carne ovina, encontraram em média 48,33mg de colesterol, sem terem observado algum efeito da dieta sobre este componente. Monteiro (1998) também não observaram diferenças no teor de colesterol do músculo *longissimus dorsi* entre ovinos da raça Corriedale e da cruzada Corriedale x Ile de France, com valores mais baixos, variando de 39,16 e 38,37mg/100g.

Alguns autores encontraram valores de colesterol superiores aos da presente pesquisa. Pérez et al. (2002) observaram teores de colesterol mais elevados em cordeiros Santa Inês abatidos aos 35kg em relação ao presente estudo, com valores médios de 67,57mg/100g. Valores de colesterol superiores também foram verificados por Faria (2005) em ovinos Texel x Ideal e Texel x Corriedale submetidos ao sistema extensivo de criação, com alimentação constituída basicamente de gramíneas e leguminosas, com conteúdo médio

variando de 73,05 a 78,77mg/100g, e por Rebello (2003), que verificou em cordeiros Santa Inês valores de colesterol entre 75,65 a 85,71mg/100g.

Rowe et al. (1999), além de encontrarem maiores valores do que os da presente pesquisa, também observaram efeito da alimentação sobre o teor de colesterol no músculo *longissimus dorsi* de cordeiros de várias raças, com médias de 57,76mg/100g para animais alimentados com concentrado e 62,03mg/100g para aqueles alimentados a pasto.

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados encontrados, as diferentes dietas demonstraram efeito sobre alguns ácidos graxos saturados, mono e poliinsaturados. O total de ácidos graxos saturados e poliinsaturados do músculo LD foi afetado pelas dietas 100:0 e 75:25, e no músculo SM somente a dieta 100:0 influenciou os ácidos graxos poliinsaturados. Apenas a relação AGPI:AGS foi influenciada pelas diferentes dietas nos dois músculos. O teor de colesterol não sofreu influência da dieta nos músculos LD e SM.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, L. R. **Factors affecting the biosynthesis of branched-chain fatty acids in milk fat**. 1993. 163p. Thesis (Doctor of Philosophy Food Science) - University of Wisconsin, Madison, Wisconsin.
- BERIAIN, M. J.; HORCADA, A.; PURROY, A.; LIZASO, G.; CHASCO, J.; MENDIZABAL, J. A. Characteristics of Lacha and Rasa Aragonesa lambs slaughtered at three live weights. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.78, n.12, p.3070-3077, Dec. 2000.
- BIANCHI, G; GARIBOTTO, G.; BENTANCUR, O. Fatty acid composition of *m. longissimus dorsi* in pure and crossbred lambs in grazing systems. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 49., 2003, Campinas. **Proceedings...** Campinas, SP: CTC/ITAL, 2003. p.175-176.
- BRAGAGNOLO, N., RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Teores de colesterol em carne suína e bovina e efeito do cozimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.15, n.1, p.11-17, jan./jun. 1995.
- BROWNING, M. A.; HUFFMAN, D. L.; EGBERT, W. R.; JUNGST, S. B. Physical and compositional characteristics of beef carcasses selected for leanness. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 55, n.1, p.9-14, Jan./Feb.1990.
- CAÑEQUE, V.; VELASCO, S.; DÍAZ, M. PÉREZ, C.; HUIDORO, F.; LAUZURICA, S.; MANZANARES, C.; GONZALEZ, J. Effect of weaning age and slaughter weight on carcass and meat quality of Talaverana breed lambs raised at pasture. **Animal Science**, Midcothian, v.73, n.1, p.85-95, Aug. 2001.
- DEMIREL, G.; WOOD, J. D.; ENSER, M. Conjugated linoleic acid content of the lamb muscle and liver fed different supplements. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.53, n.1-2, p.23-28, June. 2004.
- ENSER, M.; HALLETT, K. G.; HEWETT, B.; FURSEY, G. A. J.; WOOD, J. D.; HARRINGTON, G. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. **Meat Science**, Amsterdam, v.49, n.3, p.329-341, July. 1998.
- FARIA, P. B. **Efeito de diferentes grupos genéticos sobre parâmetros**

quantitativos e qualitativos da carne de cordeiros. 2005. 62p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FERNANDES, S. A. A. **Levantamento exploratório da produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite de búfalas em cinco fazendas do estado de São Paulo.** 2004. 84p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

FISHER, A. V.; ENSER, M.; RICHARDSON, R. I.; WOOD, J. D.; NUTE, G. R.; KURT, E., SINCLAIR, L. A.; WILKINSON, R. G. Fatty acid composition and eating quality of lamb types derived from four diverse breed x production systems. **Meat Science**, Amsterdam, v.55, n.2, p.141-147, June. 2000.

FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE-STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v.226, n.1, p. 497-509, Jan. 1957.

HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P. N. (Ed). **The rumen microbial ecosystem.** Aberdeen: Elsevier Applied Science, 1988. p.283-321.

HARTMAN, N. L.; LAGO, R. C. A rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v.22, n.9, p.475-476, 1973.

HORCADA, A.; BERIAIN, M. J.; PURROY, A.; LIZASO, G.; CHASCO, J. Effect of sex on meat quality of Spanish lamb breeds (Lacha e Rasa Aragonesa). **Animal Science**, Midlothian, v.67, n.3, p.541-547, Dec. 1998.

MACEDO, F. A. F.; YAMAMOTO, S. M.; MATSUSHITA, M.; ROCHA, G. L. B.; ZUNDT, M.; MEXIA, A. A.; MACEDO, R. M. G.; SAKAGUTI, E. S. Fatty acids profile in *longissimus lumborum* muscle of feedlot fattened lambs with diets containing different sources of vegetable oil. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 49., 2003, Campinas. **Proceedings...** Campinas, SP: CTC/ITAL, 2003. p.97-98.

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

MONTEIRO, E. M. **Influência do cruzamento Ile de France x Corriedale (F1) nos parâmetros de qualidade da carne de cordeiro.** 1998. 99p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

MURRIETA, C. M.; HESS, B. W. Comparison of acidic and alkaline catalysts for preparation of fatty acid methyl esters from ovine muscle with emphasis on conjugated linoleic acid. **Meat Science**, Amsterdam, v.65, n.1, p.523-529, Sep. 2003.

ODA, S. H. I. **Diferentes métodos de abate e sexo na qualidade da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766).** 2002. 145p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PÉREZ, J. R. O.; BRESSAN, M. C.; BRAGAGNOLO, N.; PRADO, O. V.; LEMOS, A. L. S. C.; BONAGURIO, S. Efeito do peso de abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.1, p.11-18, jan./abr. 2002.

PIIRONEN, V.; TOIVO, J.; LAMPI, A. M. New data for cholesterol contents in meat, fish, milk, eggs and their products consumed in Finland. **Journal of Food Composition and Analysis**, New York, v.15, n.6, p.705-713, Dec. 2002.

REBELLO, F. de F. P. **Restrição alimentar na qualidade da carne de cordeiros.** 2003. 125p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RHEE, K. S.; LUPTON, C. J.; ZIPRIN, Y. A. RHEE, K. C. Effects of sheep production systems on oxidative storage stability of lean lamb patties. **Meat Science**, Amsterdam, v.65, n.2, p.701-706, Oct. 2003.

ROWE, A.; MACEDO, F. A. F.; VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M. Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. **Meat Science**, Amsterdam, v.51, n.4, p.283-288, Apr. 1999.

RUSSO, C., PREZIUSO, G., CASAROSA, L.; CAMPODONI, G.; CIANCI, D. Effect of diet energy source on the chemical-physical characteristics of meat and depot fat of lamb carcasses. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.33, n.1, p.77-85, June. 1999.

SALVATORI, G.; PANTALEO, L.; DI CESARE, C.; MAIORANO, G.; FILETTI, F.; ORIANI, G. Fatty acid composition and cholesterol content of muscles as related to genotype and vitamin E treatment in crossbred lambs. **Meat Science**, Amsterdam, v.67, n.1, p.45-55, May. 2004.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs II. Fatty acid composition of meat. **Livestock Production Science**, New York, v.77, n.2-3, p.187-194, Nov. 2002.

SOLOMON, M. B.; LYNCH, G. P.; PAROCZAY, E.; NORTON, S. Influence of rapeseed meal, whole rapeseed, and soybean meal on fatty acid composition and cholesterol content of muscle and adipose tissue from ram lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, n.10, p.4055-4061, Oct. 1991.

WACHIRA, A. M.; SINCLAIR, L. A.; WILKINSON, R. G.; ENSER, M.; WOOD, J. D.; FISHER, A. V. Effects of dietary fat source and breed on the carcass composition, *n*-3 polyunsaturated fatty acid and conjugated linoleic acid content of sheep meat and adipose tissue. **British Journal of Nutrition**, London, v. 88, n.6, p.697-709, Dec. 2002.

WEBB, E. C.; CASEY, N. H.; NIEKERK VAN, W. A. Fatty acids in the subcutaneous adipose tissue of intensively SA Mutton Merino and Dorper wethers. **Meat Science**, Amsterdam, v.38, n.1, p.123-131, 1994.

WEELER, T. L.; DAVIS, G. W.; STOECKER, B. J.; HARMON, C. J. Cholesterol concentration of longissimus muscle, subcutaneous fat and serum of two beef cattle breed types. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.65, n.6, p.1531-1537, Dec. 1987.

WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R. FISHER, A. V.; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P. R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, Amsterdam, v.66, n.1, p.21-32, Jan. 2003.

YAMAMOTO, S. M.; MACEDO, F. A. F.; MATSUSHITA, M.; ROCHA, G. L. B.; ZUNDT, M.; MEXIA, A. A.; MACEDO, R. M. G.; SAKAGUTI, E. S. Proximate composition and fatty acid profile in the longissimus lumborum muscle of pure and crossbred Santa Inês lambs, feedlot fattened with diets containing different sources of vegetable oil. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 49., 2003, Campinas. **Proceedings...** Campinas, SP: CTC/ITAL, 2003. p.11-12.

ZAPATA, J. F. F.; NOGUEIRA, C. M.; SEABRA, L. M. J.; BARROS, N. N.; BORGES, A. S. Composição centesimal e lipídica da carne de ovinos do nordeste brasileiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.4, p.691-695, jul./ago. 2001.