

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**ESTUDO DA SUPLEMENTAÇÃO DE OVELHAS, IDADE À
DESMAMA E SISTEMAS DE TERMINAÇÃO DE CORDEIROS
MACHOS INTEIROS SOBRE A QUALIDADE DA CARNE**

SARITA BONAGURIO

Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de
Doutor.

BOTUCATU - SP
Julho – 2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**ESTUDO DA SUPLEMENTAÇÃO DE OVELHAS, IDADE À DESMAMA E
SISTEMAS DE TERMINAÇÃO DE CORDEIROS MACHOS INTEIROS SOBRE A
QUALIDADE DA CARNE**

SARITA BONAGURIO
Zootecnista

ORIENTADOR: Prof. Dr. EDSON RAMOS DE SIQUEIRA

Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de
Doutor.

BOTUCATU - SP
Julho - 2005

“Aspirar à verdade é mais precioso do que ter certeza de possuí-la.”

Lessing – Extraído do Livro *Einstein em Berlin* de Thomas Levenson.

Dedicatória

Ao meu marido.

Agradecimentos

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia e ao Instituto de Biociência da Universidade Estadual Paulista, Botucatu - SP. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pela concessão de auxílio à pesquisa. À CAPES pela concessão da bolsa de estudo. À Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo.

À Fazenda Palmeira da Serra, do município de Pratânia – SP, por ter disponibilizado os animais.

Ao Professor Edson Ramos de Siqueira, pela amizade e orientação profissional e pessoal.

Aos Professores Maeli Dal Pai Silva e Eduardo Francisquine Delgado pela sua ajuda, incentivo, ensinamento e amizade.

Ao Professor Juan Ramon O. Perez (UFLA) pela amizade e colaboração científica.

Aos Professores Henrique Nunes de Oliveira, Mario de Beni Arrigoni e José Roberto Sartori, pelos esclarecimentos de estatística e ajuda durante o experimento.

Aos Professores André Mendes Jorge, Dirlei Antônio Berto, Roberto de Oliveira Roça por ensinamentos.

Aos Professores da ESALQ / USP, Raul Machado Neto, Dante Pazzanese D. Lanna, Severino Matias de Alencar, Marisa A. B. Reginato d'Arce, e Ângelo P. Jacomino, por disponibilizarem o uso dos laboratórios.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia e do Posto de Pós-Graduação. Aos funcionários Omorozino e Nico do setor de ovinocultura. Aos funcionários da fábrica de ração e da Fazenda Lajeado. À Sueli Cruz Michelim, do Departamento de Morfologia do IB. Em especial ao Neilson.

Aos funcionários da Departamento de Zootecnia da ESALQ, Maria Antonia Etchegaray (Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal), Carla Nussio e Carlos César

Alves (Laboratório de Bromatologia). Aos funcionários do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição Maria Fernanda de Almeida Prado e Ivani Aparecida M. Moreno. A todos obrigada por toda ajuda.

Ao GAO (Grupo de Apoio a Ovinocultura) da Universidade Federal de Lavras, por sempre colaborarem com a minha formação e pela nossa amizade.

À Simone Fernandes e Sirlei Maestá pela ajuda.

Ao Zootecnista Francisco Manuel Nogueira Fernandes pelo apoio e experiência. Ao Célio por sua ajuda na Fazenda Palmeira da Serra.

Aos amigos André Alves de Souza, Liliane Suguisawa, Cleuza Mori, Cristiane Andriguetto e Sofia pela companhia. Aos grandes amigos Luciana, René, Taciana, Iraídes, Idalmo, Cristiane, Thais, pelo companheirismo e toda ajuda.

Ao companheiro Gilberto Teixeira da Rosa, com quem aprendi muitas coisas e se tornou um grande amigo.

A minha família, por estar sempre ao meu lado, mesmo sem entender direito o que faço, em especial ao meu pai.

Ao meu marido Paulo Gallo, por ser meu companheiro, amigo e tudo mais.

À Deus, pela força!

Como este trabalho envolveu várias instituições, departamentos, enfim, muitas pessoas, posso ter deixado de mencionar alguém, a esses minhas desculpas e meu agradecimento.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 - Considerações iniciais	1
1. Introdução	1
1.1. Nutrição da ovelha	1
1.2. Idade à desmama	2
1.3. Sistema de produção de cordeiros em pastagem	2
1.4. Sistema de produção de cordeiros em confinamento	4
1.5 Morfofisiologia do músculo estriado	6
1.6 pH e temperatura	12
1.7 Cor	14
1.8 Capacidade de retenção de água	18
1.9 Maciez	21
1.10 Perfil de ácidos graxos	25
Referências bibliográficas	33
CAPÍTULO 2 – Histologia da fibra muscular e parâmetros de qualidade da carne de cordeiros filhos de mães suplementadas ou não, desmamados com 45 ou 60 dias de idade e terminados no confinamento ou em pasto.	42
Resumo	42
Abstract	43
1. Introdução	44
2 Material e métodos	45
3. Resultados e discussão	60

	PAG
3.1 Morfologia da fibra muscular	51
3.2 pH e temperatura	56
3.3 Cor	59
3.4 Perda de peso por cozimento	61
3.5 Maciez	62
4. Conclusões	68
5. Referência bibliográfica	69
CAPÍTULO 3 – Perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros filhos de mães suplementadas ou não, desmamados com 45 ou 60 dias de idade e terminados no confinamento ou em pasto.	72
Resumo	72
Abstract	73
1. Introdução	74
2. Material e métodos	75
2.1 Manejo dos animais	75
2.2 Tratamentos	75
2.3 Ração e arraçoamento	76
2.4 Abate dos animais e medidas de carcaça	78
2.5 Ácidos graxos	78
2.6 Análise estatística	79
3. Resultados e discussão	79
4. Conclusões	84

	PAG
5. Referência bibliográfica	85
CAPÍTULO 4. Implicações	86

LISTA DE TABELA

CAPÍTULO	PÁG.
Tabela 1. Composição bromatológica, em porcentagem, dos alimentos consumidos pelos cordeiros terminados no confinamento ou pasto.	48
Tabela 2. Valores médios da idade e do peso ao abate dos cordeiros terminados em confinamento (dieta completa ou feno) ou pasto.	52
Tabela 3. Valores médios e o erro padrão da frequência da fibra muscular, obtida pela análise de ATPase para carne de cordeiros.	53
Tabela 4. Valores médios e o erro padrão da área (μm) das fibras musculares, obtida pela análise de HE e ATPase para carne de cordeiros terminados em confinamento (dieta completa ou feno) ou pasto.	54
Tabela 5. Valores médios e o erro padrão do pH, no período de 24 horas <i>post - mortem</i> , da carne de cordeiros filhos de ovelhas não suplementadas (NS) e suplementadas (SUPL) antes do parto, desmamados com 45 ou 60 dias de idade e terminados em confinamento (dieta completa ou feno) ou pasto.	57
Tabela 6. Valores médios e o erro padrão da temperatura, no período de 24 horas <i>post - mortem</i> , da carne de cordeiros filhos de ovelhas não suplementadas (NS) e suplementadas (SUPL) antes do parto, desmamados com 45 ou 60 dias de idade e terminados em confinamento (dieta completa ou feno) ou pasto.	58
Tabela 7. Valores médios e o erro padrão da espessura de gordura (EG) e área de olho de lombo (AOL) da carne de cordeiros terminados em confinamento (dieta completa ou feno) ou pasto.	59
Tabela 8. Valores médios da cor da carne para os parâmetros de luminosidade (L), teor de vermelho (a^*) e teor de amarelo (b^*) de cordeiros terminados no confinamento (dieta completa e feno) ou no pasto.	60
Tabela 9. Valores médios e o erro padrão da perda de peso por cocção (PPC) da carne de cordeiros terminados em confinamento (dieta completa ou feno) ou pasto.	61
Tabela 10. Valores médios e o erro padrão da força de cisalhamento (kgf) da carne de cordeiros filhos de ovelhas não suplementadas (NS) e suplementadas (SUPL) antes do parto, desmamados com 45 ou 60 dias de idade e terminados	62

em confinamento (dieta completa ou feno) ou pasto.

	PAG
Tabela 11. Valores médios e o erro padrão do índice de fragmentação miofibrilar (MFI), dos músculos <i>longissimus dorsi</i> (LD) e <i>infra espinhal</i> (IF), retirados no dia do abate (dia 0) e nos dias 3 e 7 de maturação.	63
Tabela 12. Valores médios e o erro padrão do índice de fragmentação miofibrilar (MFI), do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiros terminados em confinamento (dieta completa ou feno) ou pasto. Amostras retiradas no dia do abate (dia 0) e nos dias 3 e 7 de maturação.	64
Tabela 13. Valores médios e o erro padrão do índice de fragmentação miofibrilar do músculo <i>infra espinhal</i> no dia do abate (dia 0) de cordeiros terminados em confinamento (dieta completa ou feno) e pasto.	64
Tabela 14. Valores médios e erro padrão da área e do comprimento da miofibrila do músculo <i>longissimus dorsi</i> e <i>Infra espinhal</i> de cordeiros terminados no confinamento (dieta completa e feno) ou pasto.	65
Tabela 15. Valores médios e o erro padrão da área e do comprimento da miofibrila do músculo <i>longissimus dorsi</i> e <i>Infra espinhal</i> de cordeiros no dia do abate (dia 0) e nos dias 3 e 7 de maturação.	66
CAPÍTULO 3	
Tabela 1. Composição bromatológica, em porcentagem, dos alimentos consumidos pelos cordeiros terminados no confinamento ou pasto.	77
Tabela 2. Valores médios e erro padrão dos ácidos graxos e o erro padrão de cordeiros terminados em confinamento (dieta completa ou feno) ou pasto.	81

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1	PÁG.
Figura 1. Ciclo da cor em carne fresca (adaptado de Sarantopoulos e Pizzinato, 1990)	15
Figura 2. Sistema CIE – LAB para diferenciação de cor	16
Figura 3. Efeito do pH na qualidade de água imobilizada da carne devido a sua influencia na distribuição dos grupos carregados da superfície dos miofilamentos e no tamanho dos espaços inter-filamentosos (adaptado de Roça, internet).	20
CAPÍTULO 2	
Figura 1. Coleta de amostras realizadas na carcaça de cordeiros machos, abatidos com 30kg de peso vivo ou 150 dias de idade.	49
Figura 2. HE do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiros terminados no confinamento com dieta completa.	53
Figura 3. HE do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiros terminados no pasto.	53
Figura 4. HE do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiros desmamados com 45 dias e terminados no confinamento com feno.	53
Figura 5. HE do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiros desmamados com 60 dias e terminados no confinamento com feno.	53
Figura 6. ATPase alcalina do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiros terminados no confinamento com dieta completa.	55
Figura 7. ATPase alcalina do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiros terminados no confinamento com feno.	55
Figura 8. ATPase alcalina do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiros terminados no pasto.	55
Figura 9. NADH do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiros terminados no confinamento com dieta completa.	55
Figura 10. NADH do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiros terminados no confinamento com feno.	55

	PAG
Figura 11. NADH do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiros terminados no pasto.	55
Figura 12. Medidas de área e comprimento de miofibrilas do músculo <i>longissimus dorsi</i> de amostra do dia de abate.	67
Figura 13. Miofibrilas do músculo <i>longissimus dorsi</i> de amostra do 3º dia de maturação.	67
Figura 14. Miofibrilas do músculo <i>longissimus dorsi</i> de amostra do 7º dia de maturação.	67
Figura 15. Miofibrilas do músculo <i>infra espinhal</i> de amostra do dia do abate.	67
Figura 16. Medidas de área e comprimento de miofibrilas do músculo <i>infra espinhal</i> de amostra do 3º dia de maturação.	67
Figura 17. Miofibrilas do músculo <i>infra espinhal</i> de amostra do 7º dia de maturação.	67

LISTA DE ORGANOGRAMA

	PÁG.
CAPÍTULO 2	
Organograma 1. Organograma dos tratamentos do experimento.	47
CAPÍTULO 2	
Organograma 1. Organograma dos tratamentos do experimento	76

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. Introdução

No Brasil, a produção de carne de cordeiros vem sendo uma atividade cada vez mais procurada pelos produtores rurais, por diferentes fatores, sendo um deles o crescente mercado consumidor. Isso fica fácil de compreender, quando se observa os índices de Fortaleza, capital de um Estado que contém um rebanho de 1,3 milhões de cabeças, e importa cerca de 35% de carne ovina da Argentina e Uruguai, para poder suprir a sua demanda interna (Garcia, Bonagurio, Perez, 2000; Barros e Simplício, 2001). Em 1999, houve um déficit de 20.000 toneladas de carne ovina e caprina em todo o país (Alimentação Animal, 2000).

1.1 Nutrição da ovelha

Uma forma de aumentar a produção de cordeiros para abate é melhorar a condição materna, pois a suplementação das ovelhas no terço final da gestação resulta em maior desenvolvimento do úbere e de sua capacidade de produzir colostro e leite (Montossi et al., 1998), conseqüentemente, cordeiros mais pesados. Apesar do conhecimento dos benefícios, há que se estudar a melhor forma de se fazer a suplementação.

Durante esse período o crescimento do feto é muito afetado pelos níveis nutricionais; portanto, ovelhas com nutrição deficiente nesta fase, diminuirão a produção de colostro e leite, com efeitos negativos na sobrevivência (menor imunidade do cordeiro recém nascido) e no seu desenvolvimento, particularmente quando o leite materno constitui o principal alimento do cordeiro (Hight et al., 1970). Boas (2001) salienta que a suplementação das matrizes com concentrado pode favorecer uma rápida recomposição do seu estado corporal e, conseqüentemente, um retorno mais eficaz à reprodução. No trabalho de Mellor e Murray (1985) a suplementação da ovelha somente 10 dias antes do parto foi suficiente para aumentar em 30% a produção de colostro. Ovelhas mantidas na pastagem tiveram leite com maiores teores de gordura (7,16%) e proteína (6,32%) comparado com ovelhas mantidas no confinamento (5,60 e 5,20%, respectivamente), como se observa nos trabalhos de Kremer et al. (1996) e Ochoa-Cordero et al. (2002).

1.2 Idade à desmama

As fases de cria e recria dos cordeiros são pouco estudadas. O ganho médio diário dos cordeiros diminui depois da desmama, e isso se deve a 2 fatores; o primeiro é a ausência do leite materno, que até então era responsável por uma parte da dieta do cordeiro, o segundo é o estresse do desmame, precisando nestes pontos, maiores estudos para encontrar a melhor forma de minimizar estas perdas (Pires et al., 2000). O peso ao desmame também é critério de seleção em ovinos de carne, que avalia o crescimento do cordeiro e a habilidade materna da ovelha. O peso à desmama é influenciado pelo ano e mês de nascimento, idade da mãe e do cordeiro, e sistema de terminação. Animais desmamados tardiamente têm como conseqüências, um mau desenvolvimento, esgotamento das reservas orgânicas da ovelha e diminuição do índice de fertilidade do rebanho.

Oliveira et al. (1998) estudaram cordeiros desmamados com 8, 10, 12 e 14 semanas de idade, quanto ao desenvolvimento e eficiência reprodutiva das ovelhas em pastagens nativa. A idade de desmame com 10 a 12 semanas foi melhor para o desenvolvimento dos cordeiros; no entanto, pode-se diminuir esse tempo, com mudança na alimentação. No caso do sistema estudado por Oliveira et al (1998), a idade à desmama dos cordeiros, não afetou o peso corporal pré acasalamento e a porcentagem de ovelhas paridas, por trabalharem com um parto por ano.

1.3 Sistema de produção de cordeiros em pastagem

Ruminantes pastejando têm um alto desenvolvimento e modo especializado de digestão que permite melhor acesso à energia na forma de alimentos fibrosos do que muitos outros herbívoros (Van Soest, 1994). Entretanto o maior problema dos animais somente no pasto é atender suas exigências nutricionais devido ao amadurecimento da planta. Para minimizar esse problema é importante escolher a melhor espécie forrageira para determinada área e interesse, manejo das plantas forrageiras, conservação das forragens (feno ou silagem) e manejo dos animais nas áreas de pastagem.

A ingestão de alimento depende da qualidade e disponibilidade da forrageira. Um dos parâmetros da qualidade é a sua composição química que influencia inclusive na digestibilidade. Com a maturação da forragem ocorre um aumento no teor de lignina das folhas, consequentemente aumento no teor de fibra e diminuição da digestibilidade. A composição do alimento influenciará o tempo gasto pelos microorganismos do rumem em degradar a matéria orgânica ingerida e a taxa de

passagem do alimento no trato gastrintestinal (quanto maior o teor de fibra menor a taxa de passagem). Portanto, o controle do consumo voluntário de forragem se deve à demanda energética do animal associada à capacidade física do trato gastrintestinal, sendo esta interação penalizada pela ingestão de forrageira de baixa qualidade nutricional (Van Soest, 1994). Nas regiões tropicais há predominância de forrageiras do grupo C4, que apresentam alta produção de matéria seca, mas de qualidade inferior às plantas do grupo C3.

Ovelhas no terço final de gestação e lactação têm exigência nutricional maior, por isso devem ser mantidas nos melhores pastos. Nos primeiros dias depois do nascimento os cordeiros só se alimentam do leite materno, mas a partir da terceira semana de vida já pastejam junto com a mãe; apesar deste momento ser dinâmico e depender da produção de leite da ovelha e da qualidade do pasto.

A desmama precoce para os animais criados em campo pode trazer alguns benefícios, como poder separar os cordeiros da mãe e colocá-los em um pasto descontaminado ou com menor infestação parasitária, evitando que ingiram larvas de ovos expelidos pela própria mãe. A ovelha também volta mais rapidamente para a estação de monta (Sobrinho, 2001).

É importante planejar o alimento volumoso que será oferecido na época da escassez de forragem. Essa reserva de alimento pode ser na forma de feno, silagem, capineira, cana-de-açúcar e resíduos agro-industriais. O feno é muito utilizado pelos produtores, inclusive no confinamento dos cordeiros para a engorda.

Outra forma de melhorar o ganho de peso de cordeiros criados em pastagem é fornecer uma suplementação com outro volumoso ou concentrado na época da escassez de forragem. Carvalho et al. (1999), mantiveram 17 ovelhas recém paridas com seus cordeiros em uma área de aproximadamente 1 ha de pastagem cultivada de aveia, azevém e trevo vesiculoso. Em outra área os autores colocaram 15 ovelhas, também recém paridas, em campo nativo, mas recebendo suplementação de silagem de milho com concentrado (milho desintegrado, farelo de soja e sal mineral), na proporção de 70:30 da matéria seca, com 14% de proteína bruta. Em ambos os grupos os cordeiros não foram desmamados, ficando com a mãe até o abate, que foi estabelecido com 30 kg de peso vivo. Os resultados indicaram que não houve influencia da alimentação no ganho de peso das ovelhas e dos cordeiros, mas observando os valores absolutos nota-se que as ovelhas que receberam silagem de milho mais concentrado tiveram maior ganho de peso; e os cordeiros levaram

14 dias menos para atingir o peso de abate do que os cordeiros que ficaram somente no pasto cultivado.

Quando se compara os trabalhos de Carvalho et al. (1999) e Ribeiro et al. (2000), observa-se uma grande diferença no ganho médio diário (GMD) dos cordeiros. No primeiro trabalho citado o GMD ficou próximo de 200 g/dia e no segundo não chegou a 100 g/dia. Com isso conclui-se que são muitos os fatores que afetam o desempenho dos animais no pasto e que se deve fazer o melhor manejo com as categorias animais, manejo do solo e pastagem, além do controle dos parasitas para obter melhores resultados.

Young et al. (1993) trabalharam com genótipos diferentes de cordeiros na Nova Zelândia, abatidos com 8 meses e criados em pasto. Os autores comentam que um dos motivos para a carne de ovino ser rejeitada pelo consumidor é o aroma desagradável na hora do cozimento e sabor forte. Os componentes sulfurosos de maior destaque no cozimento é H₂S (ácido sulfídrico). Ele apresenta o seu próprio odor e pode agir como um precursor para outros componentes do odor. A lã é rica em cistina e a estocagem de enxofre na gordura pode suplementar componente ou precursores que fazem o odor no cozimento de cordeiros de diferentes raças. Certamente, ovelhas têm maior requerimento de enxofre que outras espécies. O tipo de lã e a sua quantidade ainda podem ser fatores que influenciam no sabor e odor da carne. Mas Young et al. (1993) encontraram uma relação do pH da carne com o sabor e aroma desagradáveis, além da raça ou quantidade de lã. O alto pH causa um "flavour" desagradável, diminuindo a aceitação do consumidor. Esperava-se que os animais criados em pasto fossem mais rejeitados pelos provadores ou que suas notas fossem desfavoráveis, mas isso não ocorreu. Somente os animais que tiveram pH da carne alto foram rejeitados pelos provadores.

1.4. Sistema de produção de cordeiros em confinamento

O sistema de produção de ovinos, em geral, é extensivo (pasto). Entretanto, em alguns países e em certas ocasiões é conveniente utilizar um sistema mais intensivo (confinamento). O confinamento traz como benefício a diminuição da mortalidade dos cordeiros, do índice de endo e ecto parasitas, além de melhorar a eficiência e produtividade do criatório (Carvalho et al., 1999). Entretanto, Osório et al. (1998) ressaltaram que a intensificação da produção ovina deve ser acompanhada de melhorias nas áreas de sanidade, alimentação, manejo reprodutivo, instalação,

escolha dos animais e gestão da empresa, sendo preciso encontrar os níveis mais adequados para cada caso. Confinam-se cordeiros porque esta é a categoria animal que fornece carne de melhor qualidade e apresenta os maiores rendimentos de carcaça e maior eficiência de produção, devido a sua alta velocidade de crescimento (Pires et al., 2000).

No confinamento é fundamental a utilização dos ingredientes corretos na ração. Rações com altos teores de fibra implicam um menor consumo de matéria seca, conseqüentemente, menor ganho de peso. O tamanho da partícula também influencia na ingestão de matéria seca. O peso de abate é um fator muito importante para a qualidade da carne e carcaça, além de influenciar no tempo que o animal permanecerá no confinamento.

A cor da gordura de animais terminados no confinamento é mais clara, a carne tem um "flavour" menos intenso e uma coloração menos vermelha do que carne de animais terminados no pasto, ou seja, uma carne diferenciada que pode ser colocada no mercado consumidor dos grandes centros urbanos.

O ganho de peso diminui com a desmama e o baixo consumo de alimento pode persistir até 25 dias depois (Carvalho et al., 1999). Uma forma de minimizar esta perda é o fornecimento de uma suplementação alimentar, em um comedouro privativo para os cordeiros antes da desmama.

Pires et al. (2000), avaliaram o ganho de peso das ovelhas e cordeiros e a conversão alimentar. Os cordeiros foram abatidos com 28 e 33 kg de peso vivo. As ovelhas nas oito primeiras semanas de lactação perderam 0,050 kg de peso vivo/dia, valor que os autores consideram baixos, quando comparados com ovelhas mantidas em pasto. A perda de peso das ovelhas está correlacionada com o sucesso na próxima estação reprodutiva, podendo comprometer qualquer pretensão de um processo intensivo de produção. No entanto, a perda de peso da ovelha não depende somente da alimentação, mas também do número de cordeiros mamando, de fatores ambientais e do potencial produtivo da ovelha (Susin, 1996).

Nos trabalhos realizados por Cunha et al. (2001) e Ribeiro et al. (2002) estudou-se o desempenho de cordeiros confinados, recebendo diferentes tipos de volumosos. Cunha et al (2001) trabalharam com cordeiros da raça Suffolk, desmamados com 60 dias. A dieta fornecida era constituída de concentrado (50% milho triturado; 19% farelo de soja; 15% de farelo de algodão; 13% farelo de trigo; 1% sal; 0,5% minerais e 1,5% calcita) e volumoso à vontade. Os volumosos estudados eram silagem de milho, silagem de sorgo e feno de coast-cross. Os cordeiros foram

abatidos quando as fêmeas atingiram 33 kg e os machos 35 kg de peso vivo. Os cordeiros alimentados com silagem de milho ou sorgo apresentaram maior ganho de peso do que os cordeiros alimentados com feno, o que possibilitou o abate com menor idade. O maior ganho de peso dos animais alimentados com silagem deveu-se ao seu menor teor de FDN (fibra em detergente neutro) e, provavelmente, maior concentração energética das silagens em relação ao feno.

O índice de quebra por resfriamento da carcaça de animais terminados no pasto foi maior (4,16%) do que dos animais que foram terminados no confinamento (3,04%) (Pires et al., 1999 e Carvalho et al., 1999). Isso, provavelmente, se deva a um maior depósito de gordura de cobertura em carcaças terminadas no confinamento, que serve como proteção à temperatura de resfriamento, diminuindo assim a perda de água da carne.

1.5 Morfofisiologia do músculo estriado

O músculo estriado esquelético origina-se do mesoderma paraxial e o início de sua formação ocorre no período embrionário, através de células indiferenciadas, pré-determinadas geneticamente à formação de células musculares, chamadas somitos, mononucleadas e com prolongamento citoplasmáticos. Através da retração de seus prolongamentos tornam-se células fusiformes e sofrem mitose, sendo chamados de mioblastos. Durante o processo de proliferação os mioblastos expressam os fatores de regulação miogênica: MyoD e Myf-5. Esta primeira população de mioblastos, para de expressar estes dois fatores e passa a expressar miogenina e Mrf-4. Neste momento os mioblastos param de se proliferar e começam a se fundir, dando origem ao miotubo primário. Uma segunda população de mioblastos, também chamados de mioblastos fetais, aderem-se à superfície do miotubo primário através de moléculas de adesão (integrinas, caderinas, N-CAM), utilizando-o como suporte enquanto se fundem e formam o miotubo secundário. Após a fusão completa os miotubos primários e secundários separam-se e ocorre a diferenciação em fibras primárias e secundárias. Os mioblastos primários dão origem às fibras “slow” ou lentas (maior ação da miogenina e Mrf-4) e os mioblastos secundários às fibras “fast” ou rápidas (maior ação da MyoD e Mrf-5). Posteriormente, através da inervação ocorre a modulação dos tipos de fibras musculares de acordo com a atividade do músculo em questão. Durante a miogênese alguns mioblastos não se fundem e permanecem quiescentes entre a membrana plasmática e a lâmina basal, sendo chamadas de células satélites, que são as células responsáveis pelo crescimento e regeneração da fibra

muscular. As fibras lentas possuem maior quantidade de células satélites. A unidade motora é formada por uma fibra nervosa (neurônio) e todas as fibras musculares por ela inervadas. A maioria dos músculos estriados esqueléticos são compostos por unidades motoras grandes. As unidades motoras podem ser lentas ou rápidas, relacionadas com o tipo de contração das fibras musculares.

As fibras musculares podem receber diferentes classificações, uma delas:

a) Fibra SO: são fibras musculares de contração lenta (miosina “slow”), possuem metabolismo oxidativo, ou seja, quebram glicose mediante a presença de oxigênio. São fibras de grande vascularização em função da necessidade de grande aporte de oxigênio e por isso possuem muitas mitocôndrias e alto teor de mioglobina, conseqüentemente uma coloração mais vermelha. O seu diâmetro é geralmente pequeno e são consideradas fibras resistentes à fadiga, pois em função de seu menor diâmetro e grande rede de capilares são capazes de eliminar rapidamente os metabólitos produzidos. O teor de glicogênio é baixo, e tem maior teor de lipídeos e baixa atividade da ATPase miofibrilar. A denominação de fibra Tipo I ou βR , também corresponde a fibras de contração lenta e oxidativa (Lefaucheur e Gerrard, 1998).

b) Fibra FG: são fibras musculares de contração rápida (miosina “fast”), possuem metabolismo glicolítico, ou seja, quebram glicose mediante produção de ácido láctico. O diâmetro é maior, tem pouca vascularização, o que dificulta a remoção do ácido láctico produzido, havendo acúmulo e tornando-as facilmente fadigáveis. Possuem alto teor de glicogênio, poucas mitocôndrias, e baixo teor de lipídeos e mioglobina o que resulta em uma coloração branca. Possuem alta atividade da ATPase miofibrilar. A denominação de fibra Tipo IIB ou αW , também corresponde a fibras de contração rápida e glicolítica (Lefaucheur e Gerrard, 1998).

c) Fibra FOG: são fibras musculares de características intermediárias, assumindo por vezes características de fibras glicolíticas e por outras de oxidativas. São fibras de contração rápida e metabolismo oxidativo-glicolítico. Possuem grande rede de capilares, muitas mitocôndrias e mioglobina (porém em níveis menores que as fibras SO), alto teor de glicogênio, são resistentes à fadiga e possuem um diâmetro intermediário. São de coloração rósea e possuem alta atividade da ATPase miofibrilar. A denominação de fibra Tipo IIA ou αR , também corresponde a fibras de contração rápida e oxidativa-glicolítica (Lefaucheur e Gerrard, 1998).

Nos músculos de ovinos os tipos de fibras musculares apresentam uma distribuição em mosaico. A distribuição e a frequência das fibras em um músculo está relacionada principalmente à

atividade exercida pelo músculo em questão. Músculos relacionados à atividades de força possuem maior quantidade de fibras glicolíticas enquanto que músculos posturais e aqueles utilizados com muita frequência possuem maior quantidade de fibras oxidativas. A frequência das fibras musculares pode variar dentro do mesmo músculo de acordo com a região avaliada. Conforme se aproxima do osso, aumenta a quantidade de fibras oxidativas, e de forma inversa, na região mais superficial aumenta a quantidade de fibras glicolíticas, relacionado à maior força exercida na superfície do músculo para a realização de movimento.

Vários fatores podem modular (transformar um tipo de fibra em outro) as fibras musculares. Em condições de baixa temperatura ambiente, o animal na tentativa de manter sua homeotermia, aumenta sua produção de calor, através do aumento da atividade de enzimas oxidativas, como citocromo oxidase e succinato desidrogenase, aumentando conseqüentemente, a frequência de fibras SO.

Em músculos distróficos há um aumento na porcentagem de fibras SO e FOG. Uma desnervação parcial altera a frequência dos tipos de fibras pois podem sofrer reinervação por ramificações de fibras nervosas intactas. Por exemplo, se um grupo de fibras SO desnervadas forem reinervadas por um neurônio rápido, ocorre modulação destas fibras para fibras rápidas.

O sexo também pode ser um fator de diferenciação de frequência de fibras musculares. Fêmeas têm maior frequência de fibras SO em relação aos machos. Machos inteiros sofrem ação da testosterona que aumenta seu metabolismo glicolítico, resultando em maior frequência de fibras FG em relação às fêmeas. A castração de machos induz a modulação de fibras FG para FOG.

Animais recém nascidos apresentam maior quantidade de fibras SO e com o avanço da idade ocorre a modulação das fibras, aumentando a frequência de fibras FOG e FG. Exercícios físicos aeróbicos e com pouca carga estimulam a modulação para fibras do tipo SO, aumentando o metabolismo oxidativo. Exercícios com muita carga e pouca repetição promove aumento de fibras FG. Animais submetidos à restrição alimentar severa, apresentam um aumento na frequência de fibras SO, como uma resposta adaptativa à necessidade de economizar energia. Após o período de restrição o animal restabelece a frequência original da fibra, aumentando a porcentagem de fibras FG e/ou FOG.

O crescimento muscular ocorre por dois processos: hiperplasia e hipertrofia. A hiperplasia, na grande maioria das espécies animais ocorre apenas na fase pré-natal, durante o processo de

miogênese. O número de fibras musculares de um indivíduo é determinado pelo seu patrimônio genético, porém durante o processo de formação das fibras musculares secundárias este número está sujeito à ação de fatores externos, como por exemplo restrição alimentar, que pode ocasionar uma redução no número de fibras formadas.

A fibra muscular do recém nascido é menor do que do animal adulto e esse aumento denomina-se hipertrofia. As células responsáveis pelo crescimento das fibras musculares são as células satélites, que por estímulos de fatores de crescimento (IGF-I, IGF-II, TGF- β , etc) são ativadas e começam a se proliferar. Essas células são incorporadas à fibra muscular existente e seus núcleos começam a sintetizar proteínas musculares específicas que aumentam o volume das fibras musculares através da formação de novos sarcômeros em posição externa às miofibrilas existentes. Portanto, durante o processo de crescimento pode-se observar um aumento no número de núcleos da fibra muscular. O crescimento em comprimento cessa com o fim do crescimento ósseo, porém o diâmetro continua aumentando.

A posição dos fetos no útero da mãe, como é o caso por exemplo de suínos, influenciará o fluxo de nutrientes para os mesmos. Fetos que recebem menor aporte de nutrientes, possuem menor área das fibras primárias, conseqüentemente, menor superfície de adesão para os mioblastos secundários, ocasionando a formação de um menor número de fibras secundárias, ou seja, menor número de fibras musculares totais. Na vida pós-natal este animal, prejudicado em relação ao número de fibras musculares, não atingirá o mesmo tamanho de um animal que possui maior número de fibras; é o que ocorre com uma leitegada que tem leitões pequenos e grandes.

Ocorre um número menor de fibras em fetos de cordeiros filhos de mães mantidas sobre severa subnutrição no início e final da prenhez, ou ainda durante toda a gestação. Em contraste, moderada subnutrição da ovelha durante o início da prenhez não afetou o desenvolvimento muscular dos descendentes e o número de miofibrilas não foi afetado. Por isso o maior interesse na restrição alimentar no final da gestação (Greenwood et al., 2000).

O mesmo mecanismo ocorre quando a mãe sofre uma restrição alimentar (energética ou protéica) durante o período de formação das fibras musculares. Neste caso, todos os fetos terão a miogênese prejudicada. A super nutrição no período de formação das fibras musculares pode levar a um aumento do seu número, mas o exato mecanismo ainda não é conhecido (Lefaucher e Gerrard, 1998).

A alimentação restrita pós natal (30% da ingestão *ad libitum*), entre 7 e 100 kg de peso vivo não mudou a porcentagem do tipo de fibra muscular, no músculo *longissimus* de suíno; entretanto, um aumento da área da fibra foi observado com o maior conteúdo de carne magra do animal. Com a restrição no período inicial (3 a 7 semanas de idade) o tamanho da área da fibra foi menor para os leitões. Em cordeiros a alimentação restrita tem mostrado uma redução da fibra muscular (atrofia) e aumento na porcentagem de fibras αR e perdas de fibras αW . Cordeiros alimentados com dieta de baixa energia contêm mais αR e menos fibras αW no músculo, exibindo uma menor taxa de queda de pH *post - mortem*, e foi mais macia e um pouco mais succulenta que músculo *longissimus* de cordeiros alimentados com dieta de alta energia (Lefaucherur e Gerrard, 1998).

Animais para produção de carne tem sido selecionados para aumentar a performance do crescimento; em particular um rápido acréscimo de músculo. No entanto, essas mudanças podem acarretar alterações na qualidade da carne. Mas o efeito direto do tipo de fibra muscular sobre a qualidade da carne permanece desconhecido. Isso pode ser devido a fatores indiretos do tipo de fibra muscular sobre a qualidade da carne através de diferentes associações com os componentes musculares, como proteínas sarcoplasmáticas, enzimas musculares, gordura intramuscular e tecido conjuntivo (Lefaucherur e Gerrard, 1998). No entanto, pode-se fazer algumas inferências entre fibra muscular e qualidade da carne.

A massa muscular é determinada pelo número e tamanho das fibras. Pesquisas sugerem que animais com grande número de fibras musculares de tamanho moderado produzem carne de melhor qualidade (Rehfeldt et al., 2000). O conhecimento do número e do grau de diferenciação das fibras musculares, constitui em um dos mais importantes parâmetros na decisão da época do abate econômico de uma espécie animal. A frequência dos tipos de fibras varia principalmente com a idade, grupo genético e sistema de terminação, pastagem ou confinamento. A modulação pode ser conseguida principalmente através de manejo alimentar e da terminação (Macedo, 2000).

Examinando a área dos tipos de fibras musculares em diferentes músculos bovinos, Hunt e Hedrick (1977) observaram que as fibras vermelhas (SO) são mais uniformes em tamanho e área, mas não necessariamente têm a menor área. Relataram ainda que as fibras (FG) foram as de maior área na maioria dos músculo estudados. No entanto, Spindler et al. (1980), encontraram maior tamanho para as fibras FG, seguidas por FOG e SO para bovinos. Vários estudos com o peso de

abate de animais demonstraram que animais mais pesados têm fibras com área e diâmetro maior comparados aos animais menores (Spindler et al., 1980, Macedo, 2000).

Alguns dados indicam que a maior porcentagem de fibras glicolíticas no músculo pode contribuir com o aumento da velocidade e extensão da queda do pH *post - mortem*, levando a uma maior reflectancia e perda de água no cozimento, ou seja, pode ocasionar prejuízo na qualidade da carne. O pH final esta positivamente correlacionado com a capacidade oxidativa e proporções de fibra tipo I e negativamente correlacionado ao conteúdo de glicogênio (Lefaucherur e Gerrard, 1998).

O aumento da proporção de fibras vermelhas aumenta a intensidade da cor vermelha da carne (teor a*). Entretanto pode também aumentar a instabilidade da cor; e um certo equilíbrio com as fibras glicolíticas seria desejável (Lefaucherur e Gerrard, 1998).

Em cordeiros, uma relação positiva entre a proporção de fibras tipo I com a suculência e o "flavour" foi demonstrado por Valim et al (1982), citado por Macedo (2000). O aumento da área das fibras tipo I (oxidativa) também pode aumentar a maciez. O aumento de fibras αR e a diminuição de fibras αW , em bovinos, melhorou a maciez e a suculência. Essa maciez pode estar relacionada com a gordura intramuscular, e como as fibras oxidativas (SO e FOG) possuem maior teor de lipídios esses poderiam contribuir com a maciez. No entanto essa quantidade seria muito pequena quando comparada com o deposito feito no tecido adiposo e a fibra não seria então a responsável (Calkins et al., 1981; Lefaucherur e Gerrard, 1998).

Dransfield et al. (1981) mostraram que 80% da maciez da carne ocorreu com 4 dias de maturação em suínos, 8 dias em cordeiros e mais de 10 dias em bovinos. A velocidade de maturação seria mais rápida em músculo de contração rápida comparado com músculo de contração lenta. Um estudo incluindo diferentes músculos de bovinos, suínos e ovinos demonstrou que a taxa de atividade de calpaína / calpastatina é maior em músculos glicolítico de contração rápida do que em músculos oxidativos de contração lenta, que pode particularmente explicar a velocidade mais rápida de maturação em músculos glicolíticos (Lefaucherur e Gerrard, 1998). No entanto, as evidencias não são suficientes para definir qual a frequência de fibras em um músculo que seria ótima para obter uma carne de boa qualidade.

1.6 pH e temperatura

O pH da carne é um importante parâmetro de qualidade já que pode influenciar a cor, a capacidade de retenção de água, a maciez, dentre outros fatores. O pH muscular logo após o abate está em torno de 7,0. Com a sangria acaba o suprimento de oxigênio para o músculo e assim o glicogênio muscular não pode mais seguir a via glicolítica aeróbica na geração de ATP (adenosina trifosfato). Uma das funções do ATP é gerar energia para a contração e relaxamento muscular. Sendo assim, inicia-se a via glicolítica anaeróbica que tem como produto final o ácido láctico. Sem a corrente sanguínea o ácido láctico não pode ser levado até o fígado para ser metabolizado e se acumula no tecido muscular provocando a queda do pH. O valor do pH, após 24 horas do abate (pH final), está em torno de 5,80 a 5,50. Quando o pH atinge esses valores ocorre à inibição enzimática e a glicólise anaeróbica paralisa (Forrest et al., 1979; Pardi et al., 1993; Osório et al., 1998).

A velocidade da queda do pH e a temperatura muscular são muito importantes. Se o valor do pH cai rapidamente logo após o abate, a carne pode ser pálida, flácida e com baixa capacidade de retenção de água, sendo então chamada de PSE (pale, soft, exudative); essa anomalia é mais encontrada em carne de suíno. Genética, reservas elevadas de glicogênio e uma sensibilidade especial por parte do indivíduo ou da própria fibra muscular são, dentre muitas causas, a predisposição para este tipo de anomalia. O retículo sarcoplasmático sensibilizado acelera a saída do Ca^{2+} (cálcio), ativa a ATPase e a glicólise, originando uma rápida formação e acúmulo do ácido láctico (Forrest et al., 1979; Osório et al., 1998).

No entanto, se o pH final permanece alto, acima de 6,20 a carne apresenta a anomalia denominada DFD (dark, firm, dry), que é uma carne escura, firme e seca. Neste caso a reserva inicial de glicogênio é baixa devido a fatores *ante mortem*, como por exemplo, uma situação de estresse antes do abate, não havendo tempo suficiente para a sua reposição no músculo (Forrest et al., 1979; Prändal et al., 1994). Esse tipo de anomalia pode ser encontrada em carne de cordeiro (Apple et al., 1995), embora tenha pouca evidência a esse respeito.

O músculo em repouso apresenta concentração muito baixa de Ca^{2+} (cálcio) no retículo sarcoplasmático. Para que o músculo permaneça em repouso deve-se ter alta concentração de ATP – Mg (adenosina trifosfato ligado a magnésio). Desta forma, a troponina e a tropomiosina, duas proteínas reguladoras da contração e relaxamento muscular, inibem a formação de enlaces cruzados entre as proteínas contrateis, miosina e actina.

Na contração muscular há liberação do Ca^{2+} pelo retículo sarcoplasmático. O Ca^{2+} se liga à troponina, alterando a ligação da troponina – tropomiosina com a actina. Agora a miosina pode se ligar com a actina. Para que haja o relaxamento muscular precisa de ATP - Mg. Com o abate a síntese de ATP, oriundo do glicogênio e fosfocreatina é esgotável, e à medida que a concentração de ATP – Mg cai, a ligação da actina – miosina vai ficando permanente; é o que se denomina de *rigor mortis*. A instalação do *rigor mortis* é acompanhada de trocas físicas, tais como perda de elasticidade e extensibilidade, encurtamento e aumento de tensão.

Neste ponto é importante compreender a influência da temperatura ($^{\circ}\text{C}$) de resfriamento. Se a carcaça é resfriada muito rapidamente, a ponto de atingir valor abaixo de 10°C , antes do pH ficar abaixo de 6,0, ou seja, antes da instalação do *rigor mortis* estar completa, ocorre maior encurtamento das fibras musculares, diminuindo o tamanho do sarcômero e provavelmente prejudicando a maciez e a capacidade de retenção de água (Geesink et al., 2001).

O valor e a velocidade da queda do pH e a temperatura da carcaça variam segundo a espécie animal, raça, manejo antes do abate, estimulação elétrica, composição da carcaça, reserva de glicogênio, sexo, idade do animal, enfim vários fatores podem alterar o pH e a temperatura. O pH de machos pode ser maior do que das fêmeas (McGeehin, Sheridan e Butler, 2001), mas ainda pode-se encontrar valores iguais entre machos, fêmeas e criptorquidas (Alvi, et al., 1980; Dransfield et al., 1990; Velasco et al., 2000); ou ainda interação entre sexos e raças (Bonagurio, 2001). O valor de pH pode diminuir com o aumento do tempo de maturação da carne (Vergara e Gallego, 2000) e aumento da temperatura de resfriamento (0 , 16 e 23°C) da carcaça (Jonhson et al., 1989). Alta temperatura (35°C) pode resultar em carne com alto pH e força de cisalhamento, ou seja, carne mais dura. (Geesink, Bekhit e Bickerstaffe, 2000).

Devido à gama de fatores que influenciam o pH, algumas técnicas foram desenvolvidas com o objetivo de adequar o seu valor, como é o caso da estimulação elétrica da carcaça, que resulta em queda rápida do pH com o objetivo de prevenir o encurtamento das fibras pelo frio e aumentar a maciez (Geesink et al, 2000; Vergara e Gallego, 2000).

O tipo de fibra muscular (glicolítica ou oxidativa) e a sua concentração no músculo podem influenciar a queda do pH. Os músculos com maiores atividades físicas terão pH mais baixos, como os músculos da perna comparados com os abdominais (Osório et al., 1998).

A restrição alimentar em ovelhas durante a gestação, não influenciou o pH muscular dos fetos. No entanto, houve diferença nas fibras musculares de cordeiros abatidos com 35 kg, filhos de ovelhas que sofreram restrição alimentar durante a gestação e ovelhas que tiveram alimento à vontade. Este perfil diferente das fibras musculares alterou o valor de pH e a qualidade da carne (Krausgrill et al., 1999).

A idade à desmama (35 ou 45 dias) não influenciou o valor de pH de cordeiros abatidos com 25kg (Vergara e Gallego, 1999). No entanto, Sañudo et al. (1996) encontraram diferenças de pH entre carcaças de 8,0 a 13kg, desmamados com 50 dias de idade e abatidos com 57 a 97 dias. Neste caso, a nutrição (leite e dieta completa), idade à desmama e o peso de abate alteraram o valor de pH. Velasco et al. (2004) compararam cordeiros desmamados com animais terminados no pé da mãe até atingirem o peso de abate de 35kg, e observaram diferença no pH da carne. Além do efeito da desmama os autores estudaram cordeiros terminados no pasto recebendo dieta completa ou somente cevada, e a nutrição no sistema de terminação também foi um fator de alteração do pH. Cordeiros mantidos no pasto têm uma carga de exercícios físicos maior comparados com animais confinados, e esses exercícios podem alterar o pH (Aalhus, et al, 1991). Com exercícios a concentração de glicogênio muscular fica reduzida e mantém alto o valor de pH (Petrick e Rowe, 1996). É necessária uma concentração de glicogênio em torno de 45 mmol em 1kg de músculo para abaixar o pH de 7,20 para 5,50 (Immonen, Ruusunen e Puolanne, 2000). No entanto, Díaz et al. (2002), não encontram diferenças de pH entre os animais terminados no pasto ou confinados.

1.7 Cor

A cor da carne é o índice de frescor e qualidade óbvia para o consumidor e é determinada pela proporção relativa das três formas de pigmento: mioglobina reduzida (Mb), de coloração vermelho púrpura; mioglobina oxigenada ou oximioglobina (O₂Mb), de coloração vermelho brilhante e mioglobina oxidada ou metamioglobina (MetMb), de coloração marrom (Sarantópoulos e Pizzinatto, 1990).

O pigmento heme da hemoglobina constitui de 12 a 30% do total do pigmento da carne, por isso a maioria dos estudos leva em consideração somente a mioglobina. Ambas as proteínas tem propriedades espectrais semelhantes, assim qualquer medida espectral da cor da carne, envolvendo a mioglobina, também representa a hemoglobina (Sarantópoulos e Pizzinatto, 1990; Renner, 1999).

Como a cor é importante para o consumidor na hora da compra a manutenção da coloração tem relevante importância econômica. O ciclo da cor da carne é reversível e dinâmico, permitindo constante interconversão das 3 formas do pigmento, até que a carne seja cozida, como mostra a Figura 1.

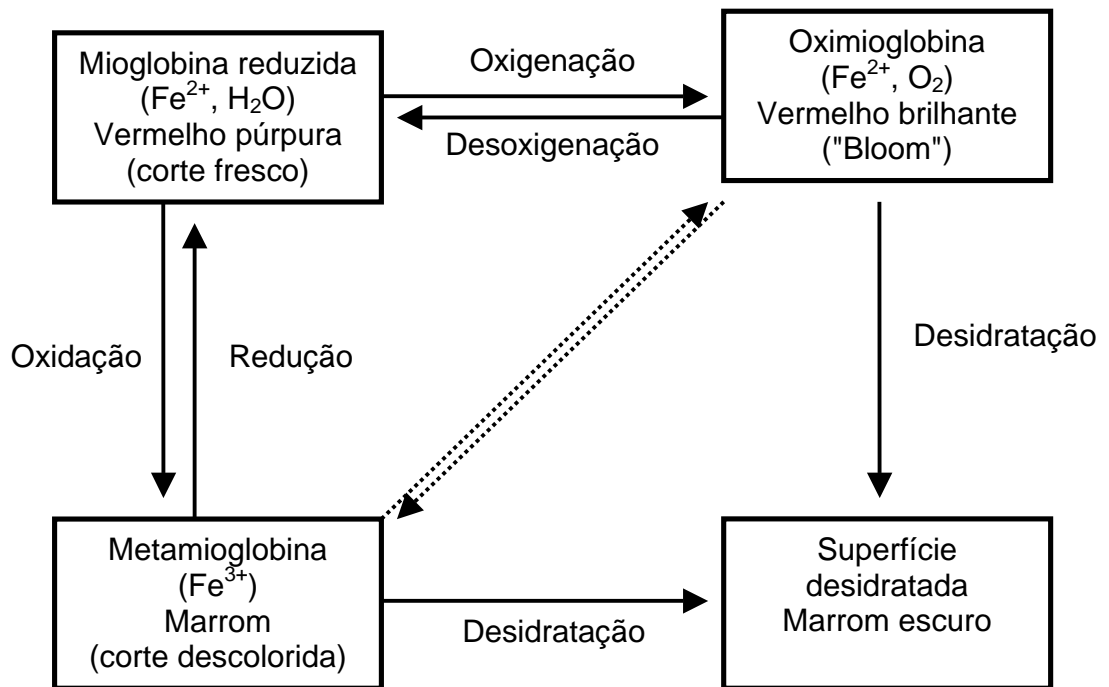


Figura 1. Ciclo da cor em carne fresca (adaptado de Sarantópoulos e Pizzinato, 1990).

A mioglobina reduzida (Mb), na presença de oxigênio, é convertida a oximioglobina (O_2Mb), ocorrendo um "bloom" das carnes frescas. O complexo vermelho, uma vez formado, é estabilizado pela formação de uma estrutura ressonante. Essa reação é favorecida por altas pressões de oxigênio (maiores que 40 mmHg). Sobre pressões de oxigênio reduzida, de 1 a 1,4 mmHg, ocorre a oxidação do ferro reduzido, resultando na formação da metamioglobina (MetMb) de coloração marrom. A carne se tornará inaceitável para o consumidor, quando houver aproximadamente 50% de conversão de O_2Mb a MetMb (Sarantópoulos e Pizzinato, 1990).

Segundo Osório et al. (1998), as características da cor podem ser classificadas da seguinte maneira:

- Saturação: quantidade de pigmentos - ligada a fatores *ante-mortem* (espécie, raça, sexo, idade, alimentação, etc.).

- Matiz: estado químico do pigmento - ligado a fatores *post-mortem* fundamentalmente (frescura do corte, transformações tecnológicas, etc.), mesmo que esteja ligado também à própria biologia do músculo.

- Claridade: estado físico da carne - especialmente de sua superfície. Ligada ao pH e outros fatores *post - mortem* que determinam o grau de hidratação e o estado das proteínas musculares.

A velocidade de acúmulo de MetMb aumenta com a elevação da temperatura, e a influência da luz ou da luz juntamente com o crescimento microbiano contribuem para a descoloração da carne fresca (Sarantópoulos e Pizzinatto, 1990).

A cor da carne é uma propriedade superficial e pode ser avaliada subjetivamente ou objetivamente por meio de instrumentos. Os colorímetros permitem identificar uma cor com a ajuda de coordenadas, por exemplo, as coordenadas L, a*, b*, que definem a luminosidade, teor de vermelho (valores negativos dão idéia de verde) e amarelo (valores negativos dão idéia de azul), respectivamente, como demonstra a Figura 2.

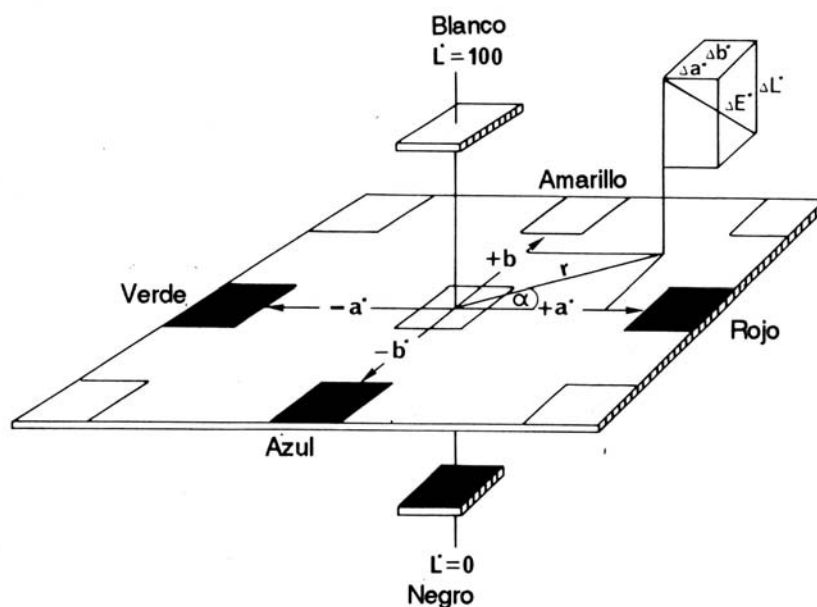


Figura 2. Sistema CIE – LAB para diferenciação de cor.

A cor é uma característica tão importante para a indústria da carne que ela é um dos parâmetros para a tipificação de carcaça usada na Europa (Sañudo et al., 2000; Russo, Preziuso e Verità, 2003).

A idade e o peso de abate podem influenciar a cor da carne, como é o caso do estudo de Sañudo et al (1996). Eles trabalharam com carcaças leves de 8, 10 e 12kg, aproximadamente, tendo a carcaça mais pesada menor teor de luminosidade (L^*) e a carcaça mais leve menor teor de vermelho (a^*). Os autores justificam pela diferença de idade e alimentação. Os animais mais novos comeram por menos tempo uma dieta sólida e ainda sofriam a influencia da amamentação. Sabe-se que o leite é um alimento pobre em ferro. Velasco et al. (2000) encontraram menor valor de HUE (arc tangente $b^*/a^* \times 57,29$) para cordeiros mais leves. A diminuição na proporção de b^*/a^* (HUE) em cordeiros mais pesados confirma a evolução da cor vermelha da carne com o aumento do peso de abate. Vergara, Molina e Gallego (1999) observaram uma tendência de fêmeas terem maior teor de vermelho (a^*).

Hopkins et al. (2001) trabalharam com animais mantidos no pasto e alimentados com diferentes suplementações, e não encontraram diferença na cor da carne. Russo et al. (1999)

alimentaram cordeiros confinados com concentrado e flocos de cevada ou óleo de milho e também não observaram efeito de dieta sobre a cor da carne. No entanto, eles afirmam que o seu resultado não condiz com o esperado, já que a nutrição influencia a cor da carne. Além da amamentação e do abate próximo à desmama, fatores nutricionais e o teor de gordura da carcaça podem afetar a cor da carne (Sañudo et al., 1996; Vergara e Gallego, 1999). Com o aumento do glicogênio residual no músculo, os teores de vermelho (a^*) e amarelo (b^*) diminuem em bovinos (Immonen, et al 2000).

Zapata et al. (2000) trabalharam com cordeiros mestiços, mantidos em aprisco onde receberam duas dietas: uma dieta completa e outra somente com forragem, mas não encontraram diferença de cor entre os tratamentos. Isso leva a concluir que somente a dieta não altera a cor, mas a sua associação com exercícios físicos. Díaz et al. (2002) afirmaram que a cor da carne de cordeiros terminados no pasto é mais escura devido a uma maior concentração de pigmentos heme no músculo, decorrente dos exercícios. No entanto, a dieta à base de forragem também pode alterar a cor, como é o caso de cordeiros desmamados, mantidos no pasto com suplementação de concentrado ou de cevada, e esses últimos apresentaram maior teor de a^* , devido a maior ingestão de forragem, e os cordeiros suplementados com concentrado tiveram maior teor de b^* e HUE (Velasco et al., 2004).

Mas também há fatores *post - mortem* que podem influenciar na maciez como a temperatura de resfriamento, tempo de maturação e estimulação elétrica. Geesink et al. (2000) trabalharam com diferentes temperaturas de resfriamento (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35°C) e tempos de maturação (1 e 14 dias *post - mortem*). Observaram maiores alterações para os valores de a^* e b^* , e que a taxa de consumo de oxigênio e a redução da habilidade de redução da metamioglobina da carne são diminuídas pela exposição da carne a temperaturas relativamente altas e com o passar do tempo de maturação.

1.8 Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água (CRA) pode ser definida como a habilidade da carne de reter parcial ou totalmente a água nela contida (Felício, 1999). É uma propriedade de importância fundamental em termos de qualidade, tanto na carne destinada ao consumo direto, como para a industrialização. É uma medida de grande importância para a qualidade, porque afeta a aparência e a perda de peso antes do cozimento e a sensação organoleptica de suculência durante a mastigação

(Canhos e Dias, 1983). Além de que quando o tecido tem pouca capacidade de retenção de água, as perdas de umidade e, conseqüentemente, de peso durante o armazenamento é grande.

A alteração que ocorre na capacidade de retenção de água de um determinado músculo depende da velocidade de diminuição e do valor final do pH, e também da quantidade de proteína desnaturada. As proteínas desnaturadas perdem a sua capacidade de retenção de água. Quanto ao pH, quanto mais próximo for da neutralidade, ou seja, ao pH do músculo vivo, maior será a sua capacidade de retenção de água (Canhos e Dias, 1983).

Uma pequena parte (0,1%) da água intramuscular do tecido (0,5g H₂O/100 g proteína) é "água de constituição", intimamente ligada às moléculas dos miofilamentos. Uma outra parte (5 – 10%), denomina-se "água interfacial", encontra-se na superfície das proteínas, tem uma mobilidade relativamente restrita e permanece líquida mesmo após o congelamento (-20°C). Quanto ao restante (90 – 95% da água intracelular) discute-se se sofreria alguma atração pelas proteínas, ou se seria livre, contida apenas pela membrana celular (sarcolema). Há também a água extracelular (cerca de 10% da água dos músculos in vivo), cujas dimensões e quantidade de água, no *pos rigor*, estaria na dependência das condições em que se desenvolve o *rigor mortis* e a velocidade e extensão do declínio de pH que o acompanha (Felicio, 1999).

O pH final da carne próximo ao ponto isoelétrico das proteínas proporcionará um ambiente em que se igualam as cargas positivas e negativas, ocorrendo uma atração entre elas, não se tornando disponíveis para a ligação com as moléculas de água. No entanto, com valores de pH superiores ou inferiores ao ponto isoelétrico, haverá predomínio de proteínas de cargas positivas ou negativas, tornando-se solúveis e reagindo com a água (Bodwell e McClain, 1976; Cheftel, Cuq e Lorinete, 1989). Esse efeito do pH sobre a capacidade de retenção de água é mais intenso em carnes com anomalias como o PSE, ou seja, a carne se torna mais seca devido a grandes perdas de água. Na Figura 3 esta ilustrada a influência do pH sobre a capacidade de retenção de água.

Somente uma parte da capacidade de retenção de água se deve à queda do pH. A instalação do *rigor mortis* também afeta a CRA. No *rigor mortis* ocorre uma ligação mais forte entre as proteínas actina e miosina, com formação de uma rede espessa que diminui o espaço para a molécula de água. Somado a esta mudança física, o consumo de ATP e a ligação dos íons cálcio e magnésio aos grupos reativos das proteínas miofibrilares, carregadas negativamente, diminuem a sua ligação com a molécula de água (Bodwell e McClain, 1976; Forrest et al., 1979). Com essas

informações fica fácil compreender porque uma carne que sofre uma contração muscular intensa terá maior perda de peso por cozimento (Lepetit, Grajales e Favier, 2000).

Geesink et al. (2000), também compreenderam estas afirmações ao estudarem varias temperaturas de resfriamento (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35°C) e observaram que a perda por gotejamento foi menor para 25°C e acima disso. Isso é efeito da desnaturação protéica, resultado de um baixo pH em combinação com a alta temperatura do músculo. Além, disso o encurtamento do sarcômero poder ter contribuído para o aumento da perda por gotejamento das amostras incubadas a 35°C.

Há três grupos de procedimentos básicos para medir a CRA (Felício, 1999):

1) Nenhuma força é aplicada: medem-se as perdas de peso por extravasamento de água extracelular, submetendo-se amostras de carne apenas à força da gravidade, pendurando-as em trilhos de uma câmara fria, protegidas com sacos plásticos, por um tempo determinado.

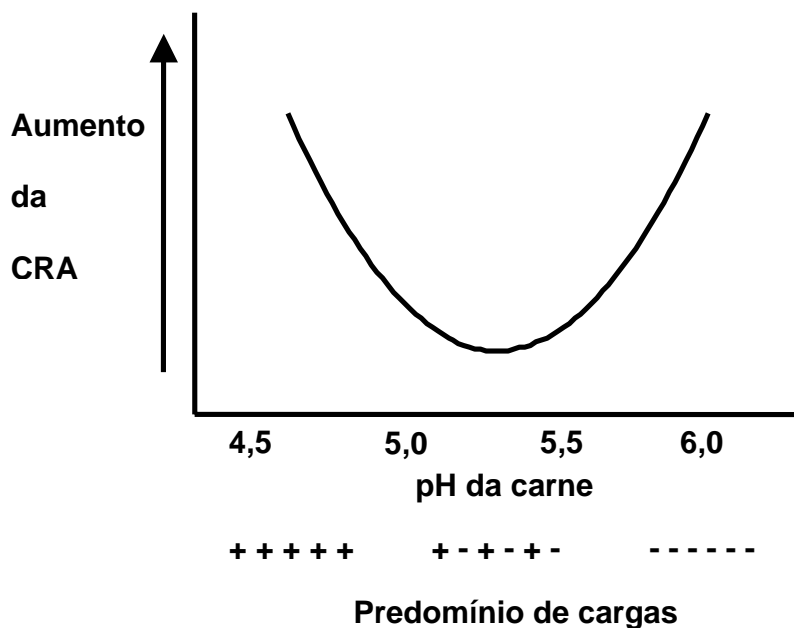


Figura 3.

Efeito do pH na qualidade de água imobilizada da carne devido a sua influencia na distribuição dos grupos carregados da superfície dos miofilamentos e no tamanho dos espaços interfilamentosos (adaptado de Roça, internet).

2) Aplicação de força mecânica: aplica-se pressão positiva ou negativa, de modo a forçar o extravasamento de água intra e extracelular; exemplos disso são os métodos de centrifugação e de compressão em papel de filtro, mas os resultados apenas revelam uma tendência do que poderá ocorrer com essa carne durante a comercialização.

3) Aplicação de calor: os métodos deste grupo servem para medir a liberação de água intra e extracelular de amostras submetidas ao cozimento, que desnatura as proteínas da carne.

Os fatores de variação que influenciam a CRA podem ser divididos em intrínsecos e extrínsecos (Osório et al., 1998). Os intrínsecos seriam: tipo de músculo (que pode estar relacionado com o tipo de fibra muscular), espécie, raça, sexo, idade, e indivíduo. Os extrínsecos seriam a alimentação, estresse antes do abate, estimulação elétrica e cozimento (Osório et al., 1998). O uso de estimulação elétrica tende a diminuir a CRA devido a alterações no pH (Vergara e Gallego, 2000).

Alguns autores encontraram diferenças na CRA entre o sexo e a raça (Sañudo et al., 1997; Velasco et al. 2000), entretanto outros estudos não descreveram esta diferença (Solomon et al., 1980; Dransfield et al., 1990). Russo et al. (2003) estudaram a qualidade da carne de cordeiros de diversas classificações e observaram que carcaças mais pesadas tiveram maior CRA e menor perda por gotejamento e isso é muito importante por estar relacionado com a aparência da carne crua após o armazenamento.

Cordeiros alimentados com feno tiveram a carne mais exudativa do que cordeiros que receberam outro tipo de forrageira. E os animais do pasto foram menos suculentos que os cordeiros confinados, provavelmente devido ao seu menor estado de engorduramento (Osório et al., 1998).

As medidas de CRA estudadas por Immonen et al. (2000) foram afetadas pela concentração de glicogênio muscular. Safari et al. (2001) concluíram que a baixa perda de peso por cozimento (PPC) estava relacionada com o alto nível de gordura da carcaça. E Aalhus et al (1991) já haviam observado que cordeiros que foram exercitados (semelhante a animais mantidos no pasto) tiveram a tendência de ter maior perda por gotejamento. No entanto, Díaz et al. (2002) não encontraram diferença na CRA entre cordeiros terminados no pasto ou no confinamento. Velasco et al. (2004) não encontraram efeito significativo entre cordeiros mantidos no pasto, alimentados com

concentrado ou cevada. E cordeiros confinados recebendo dietas diferentes também não tiveram a CRA alterada pela nutrição (Russo et al., 1999; Zapata et al., 2000).

O tempo de aleitamento e a idade à desmama não influenciaram a CRA no trabalho de Vergara e Gallego (1999). No entanto, Sañudo et al. (1991) trabalharam com carcaças leves e mostraram a importância da desmama antes do abate sobre a suculência da carne.

1.9 Maciez

A maciez é uma das principais características sensoriais da carne, considerada pelo consumidor tão ou mais importante que o sabor e o aroma (Canhos e Dias, 1983). A maciez é um parâmetro da textura do alimento e pode ser definida como a facilidade com que a carne se deixa mastigar (Osório et al., 1998).

A maciez é muito variável, e é de extrema importância para a indústria da carne compreender os fatores que a influenciam e tentar controlá-los. Veiseth et al. (2004) dividiram a evolução da maciez em duas fases, a primeira ocorre durante o *rigor mortis*, com o principal fator o encurtamento do sarcômero e o colágeno. Na segunda fase a importância da ação enzimática (calpaína e calpastatina, principalmente) sobre a degradação de proteínas miofibrilares.

Logo após o abate o músculo é extensivo e elástico. Neste período são poucas as ligações entre as proteínas contrateis, actina e miosina, sendo chamada de fase lag do *rigor mortis*. Quando todo o glicogênio do músculo é usado e a refosforilação do ATP pela fosfocreatina é insuficiente para manter o músculo em repouso, pontes de actina e miosina começam a se formar deixando o músculo menos extensivo e elástico, e esses processos são chamados de fase log do *rigor mortis* e se estende até o seu final. O final do *rigor mortis* corresponde com o final das reservas de glicogênio e de fosfocreatina. Por isso o *rigor mortis* é considerado uma contração muscular irreversível, caracterizada pela inextensibilidade e rigidez do músculo. Agora o número de contrações entre as proteínas contrateis actina e miosina é grande e não existe energia suficiente para quebrá-las. No entanto, a carne não fica rígida indefinidamente, devido à degradação da estrutura miofibrilar.

O pH e a temperatura da carcaça são importantes para estabelecer a intensidade das contrações musculares durante o *rigor mortis*. Quanto mais intensa for a temperatura de resfriamento maior será o encurtamento do sarcômero (menor maciez) e maior perda de água da

carcaça. A intensidade desta contração reflete maior ou menor maciez da carne, neste ponto é de extrema importância a sincronização da queda do pH e da temperatura da carcaça. Quando a carcaça é resfriada antes da instalação do *rigor mortis* as fibras musculares se contraem bruscamente, sendo irreversível e denominada de encurtamento pelo frio (Sainz, 1996). A cobertura de gordura na carcaça é um fator importante de proteção da carne das temperaturas baixas de armazenamento, principalmente em frigoríficos que utilizam câmaras frias com baixas temperaturas (Sainz, 1996; Safari et al., 2001; Hopkins e Fogarty, 1998). A quantidade de glicogênio e ácido láctico são fatores determinantes na resistência do músculo, podendo também explicar a diferença entre a maciez da carne de um animal gordo e de um magro (Hiner, Anderson e Fellers, 1955). O efeito da gordura sobre a maciez foi comprovado por Sañudo et al. (2000), que estudaram carcaças classificadas segundo o seu teor de gordura externa e concluíram que a maciez é maior em carcaças com mais gordura e acreditam que ela exerça uma influência indireta, pois protege a carcaça contra os efeitos negativos da temperatura de resfriamento.

Em 1955, Hiner e colaboradores, afirmaram que a dureza da carne cozida correspondia ao tipo de fibra muscular e a quantidade de colágeno do tecido conjuntivo, e que o aumento da atividade de catepsinas, com a queda do pH, eram as responsáveis pela maciez. Em 1976, Duston, Hostetler e Carpenter, afirmaram que o estado e o conteúdo do colágeno, a estrutura e estado da contração de miofibrilas (comprimento do sarcômero) e o tipo de fibra muscular são os responsáveis pela maciez. Young et al. (1993) descreveram a importância das pontes cruzadas da estrutura do colágeno, deixando-os mais concentrados e menos solúveis, como ocorre em carne de animais mais velhos, por isso seria também menos macia. Lepetit et al. (2000) observaram que o encurtamento pelo frio promove maior dureza das fibras musculares e alterações do colágeno. O cozimento da carne a temperaturas acima de 60°C aumenta a contração das fibras de colágeno e diminui a maciez. Purslow (1999), ainda ressalta que a importância do colágeno e do comprimento do sarcômero é maior logo após o abate, ou até as enzimas proteolíticas começarem a degradação das proteínas miofibrilares de forma significativa.

Wheeler e Koohmaraie (1994) observaram que o comprimento do sarcômero foi reduzido de 2,24 para 1,69 μm do momento do abate até 24 horas *post - mortem*, mas depois aumentou para 1,90 μm , com 14 dias de maturação. Marsh e Leet (1966) citados por Wheeler e Koohmaraie (1994) demonstraram que até 20% de encurtamento teve pouco efeito sobre a maciez, 20 a 40% de

encurtamento houve uma diminuição drástica e de 55 a 60% o encurtamento resultou em maciez similar à verificada com menos de 20% de encurtamento. Outra interpretação sobre a maciez da carne oriunda de animais jovens depende da combinação do encurtamento no *rigor mortis*, induzindo dureza e a extensão da maciez proteolítica pelo sistema das calpaínas. Portanto, a dureza da miofibrila é influenciada pelo desenvolvimento do *rigor mortis* e fica mais macia pela quebra enzimática (Wheeler e Koohmaraie, 1994).

A degradação de proteínas miofibrilares é percebida pela análise da força de cisalhamento, que diminui o seu valor com o aumento da degradação ao longo do tempo de maturação (Koohmaraie et al., 1996a e Koohmaraie et al., 1996b).

Koohmaraie et al. (1989) confirmaram a importância da ação de enzimas cálcio dependentes sobre a maciez, com a infusão de cálcio e a diminuição da força de cisalhamento. A calpaína que é uma enzima cálcio dependente é responsável por parte da proteólise pós-morte, que induz a um aumento progressivo na maciez da carne (Rubensan et al., 1998). Outra enzima importante é a calpastatina, igualmente ativada pelo íon cálcio, é inibidora de proteinase específica da calpaína (Cong et al., 1998). Há duas calpaínas ubíquas, μ - calpaína (calpaína I) e m - calpaína (calpaína II). O prefixo se refere a micromolar e milimolar requerimento de cálcio para ativação (Goll et al., 2003). Ainda se observa que a fração μ da calpaína é mais ativa durante a maturação da carne do que a fração m (Boehm et al., 1998). Portanto, as calpaínas são reguladas pela concentração de cálcio e pela ligação com as calpastatins e a expressão da calpastatina é regulada pela genética e nutrição (Du et al., 2004). Com o passar do tempo após o abate diminui a atividade da calpaína e calpastatina, concomitante com o aumento da degradação de desmina e de outras proteínas (titina, nebulina, etc). Essa degradação das proteínas miofibrilares e a mudança na sua estrutura pode ser medida pelo índice de fragmentação miofibrilar, ou seja, quanto maior for a degradação da miofibrila maior será este índice (Veiseth et al., 2004).

Além da importância dessas proteínas calpaína e calpastatina na maturação da carne no *post-mortem*, elas também podem regular o turnover de proteínas. A subalimentação materna devida à restrição alimentar influencia a fisiologia e o desenvolvimento de ambos, mãe e feto. A repartição de alimento na gestação pode exercer longo efeito sobre o desenvolvimento e desempenho da prole na sua vida futura. É provável que a restrição alimentar afete o crescimento muscular do feto. Supondo que o sistema de calpaína regule o turnover de proteínas musculares, a atividade de

calpaína e calpastatina no músculo do feto pode ser alterada como resultado da restrição alimentar materna, que pode ter consequência sobre a qualidade da carne da prole (Du et al., 2004).

A composição do tipo de fibra muscular, a área da fibra e a densidade capilar de músculos específicos são importantes fatores que podem influenciar processos bioquímicos antes e após o abate, que determinarão a qualidade da carne (Klont, Brocks e Eikelenboon, 1998). Esses autores ainda sugerem que a atividade de calpaínas e calpastatinas está relacionada com o tipo de fibra muscular. Koohmaraie et al. (1995) observaram maior força de cisalhamento para os animais calipígenos comparados com cordeiros normais e também apresentou maior atividade de calpastatina e maior área para todas as fibras musculares. Medidas de força de cisalhamento foram correlacionadas positivamente com a porcentagem de fibras β e negativamente com a porcentagem de fibras α (Krausgrill et al., 1999). Há uma correlação negativa entre as fibras α_R e α_W para características de carcaça e qualidade da carne, apresentando correlação positiva da força de cisalhamento com as fibras β_R e α_R e correlação negativa com a fibra α_W , em carne bovina (Ozawa et al., 2000).

A maciez, por causa de todos esses fatores, e suas interações, é muito variável. Por isso há diferença entre os sexos, com os machos tendo carne mais dura que fêmeas e criptorquidas (Alvi, 1980). Com o aumento da idade, ocorre alteração na frequência de fibra muscular e na solubilidade do colágeno, deixando a carne mais dura (Gularte et al., 2000). Com o aumento da idade de abate, diminui a maciez, sendo uma vantagem confinar os cordeiros para poder abater com menor idade. Yong et al. (1993) encontraram correlação entre maciez e solubilidade do colágeno, que diminui com o aumento da idade. No entanto, Sañudo et al. (1986), citado por Osório et al. (1998) observaram um aumento da maciez, em ovinos, desde um mês de idade até 5 meses e, atribuíram fundamentalmente ao aumento de gordura na carcaça. O peso de abate também pode alterar a maciez, tendo um peso apropriado de abate, pois animais muito leves podem ter maior força de cisalhamento e animais mais pesados um teor muito grande de gordura na carcaça (Sañudo et al., 1996; Bonagurio, 2001). E ainda pode haver ou não diferença de maciez entre raças (Bonagurio, 2001; Safari et al., 2001).

Não há diferença na maciez de cordeiros desmamados e não desmamados (Vergara e Gallego., 1999). Notter et al. (1991) estudaram vários sistemas de manejo que consistiam de cordeiros terminados no pasto ou confinados, inteiros ou castrados, mas não encontraram diferenças

na maciez. Russo et al. (1999) e Zapata et al. (2000) não encontraram diferença na maciez de cordeiros confinados alimentados com diferentes dietas. O mesmo ocorreu com Hopkins et al. (2001), no entanto, os cordeiros eram terminados no pasto com diferentes dietas. A quantidade e solubilidade do colágeno não diferiram entre animais terminados no pasto ou confinamento (Díaz et al., 2004).

1.10 Perfil de ácidos graxos

Champe e Harvey (1996) resumem os lipídeos como: "um grupo heterogêneo de moléculas orgânicas insolúveis em água que podem ser extraídas de tecidos por solventes apolares. Devido à sua insolubilidade em soluções aquosas os lipídios corporais são encontrados compartimentalizados, como no caso de lipídios associados à membrana e gotas de triacilgliceróis nos adipócitos, ou transportados pelo plasma em associação às proteínas, em forma de partículas lipoprotéicas. Os lipídios não só são uma importante fonte de energia para o corpo, como também fornecem a barreira hidrofóbica que permite a partição do conteúdo aquoso das células e estruturas sub-celulares. Além disso, os lipídios realizam muitas funções no corpo: por exemplo, algumas vitaminas lipossolúveis possuem funções reguladoras ou de coenzimas, e as prostaglandinas e hormônios esteróides desempenham importantes papéis no controle da homeostase do corpo. Não surpreende que as deficiências ou desequilíbrios do metabolismo de lipídios podem levar há alguns dos principais problemas clínicos encontrados pelos médicos, como por exemplo, a arteriosclerose e obesidade".

Os ácidos graxos, que são componentes hidrocarbônicos dos lipídios, usualmente possuem número par de átomos de carbono (12 a 24, os mais comuns), e podem ser saturados ou insaturados; os ácidos graxos insaturados possuem dupla ligação na configuração cis. Os triacilgliceróis são primariamente gorduras de armazenamento. Os lipídios polares são os componentes principais das membranas. O colesterol é um esterol e precursor de muitos esteróides e é também um componente importante da membrana plasmática de células animais. Os ácidos graxos essenciais nos seres humanos são o ácido linoléico, o precursor das prostaglandinas, e o ácido linolênico. O ácido araquidônico torna-se essencial se o seu precursor, ácido linoléico, está ausente na dieta (Lehninger, Nelson e Cox, 1995 e Champe e Harvey, 1996).

No princípio, a gordura era vista como fonte de energia para a alimentação humana. Mas depois de 1960 a gordura saturada foi associada com doenças coronárias e algumas formas de câncer. Com isso foi dado um incentivo para a seleção de animais, manejo e alimentação que diminuíssem a quantidade de gordura da carcaça dos animais, mas houve prejuízo na palatabilidade da carne (Cassens, 1999). No entanto, hoje já se tem conhecimento que, além dos ácidos graxos essenciais, existem alguns outros que são benéficos para a saúde, como o ácido linoléico conjugado, conhecido também pela sigla CLA, que tem ação anti-carcinogênica e anti-arterogênica, induz uma diminuição na gordura corporal e aumento do conteúdo protéico (Cassens, 1999). Há também os ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa n-3, principalmente os eicosapentanoico e docosahexanoico que previnem doenças coronárias (Cassens, 1999).

Portanto, os humanos precisam de uma certa quantidade de ácidos graxos para manter a saúde. As vitaminas A, D, E e K, são solúveis em gordura, e requerem uma quantidade de ácidos graxos na dieta para serem absorvidas pelo organismo. Normalmente, os nutricionistas recomendam uma redução de gordura na dieta para cerca de 25 a 30% da ingestão calórica diária fazendo-se uma distribuição em partes iguais entre ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados (Cassens, 1999).

No que diz respeito à relação de ingestão de colesterol com doenças cardiovasculares, Sperber (1989) citado por Salva (1996) se refere aos resultados de uma pesquisa que revelaram que apenas 20 a 30% dos indivíduos de uma população estudada apresentaram relação direta entre a quantidade de colesterol ingerida e a sua concentração no sangue, comentando também que o excesso de colesterol no plasma está mais diretamente relacionado com a ingestão de gorduras e ácidos graxos saturados do que propriamente à sua ingestão.

Basicamente, a determinação de ácidos graxos envolve a extração de lipídios, a sua separação, detecção e medida. Diversos solventes têm sido usados para a extração dos lipídios; misturas de solventes polares e apolares são consideradas mais eficientes. Os lipídeos são preferencialmente extraídos por clorofórmio-metanol-água, de acordo com Folch et al. (1957) ou Bligh e Dyer (1959), que são procedimentos semelhantes (Rodriguez – Amaya, 1996). E a cromatografia é usada para separar uma mistura complexa de lipídios (Leningher, Nelson e Cox, 1995).

O teor de gordura no alimento tem grande influência nas características físicas (estabilidade estrutural e opacidade) e no sabor (proporciona sabor e altera e mantém a percepção de estabilidade). A gordura tem importância sensorial (aparência, textura, sabor e palatabilidade) e industriais (manuseio, processamento e preparação, estabilidade de armazenamento) (Yokoyama, 1996).

Os fatores nutricionais têm menor influência na composição dos ácidos graxos do tecido adiposo e muscular em ruminantes do que em monogástricos, porque é menor a quantidade de gordura da dieta de ruminantes e ocorre biohidrogenação dos lipídios da dieta no rúmem. Em cordeiros terminados com concentrado ou forragem os ácidos graxos poliinsaturados da dieta são biohidrogenados no rúmem, resultando na absorção predominante de ácidos graxos saturados pelo intestino. A carne de ovelha é caracterizada pela alta concentração de ácidos graxos saturados e pequena proporção de ácidos graxos poliinsaturados : saturados (P:S) (Cooper et al., 2004).

O CLA pode ser alterado pela dieta para os ruminantes, entretanto a quantidade encontrada pode ser insuficiente, como única fonte, para a saúde humana (Bolte et al, 2002). Dietas modificadas para reduzir ácidos graxos saturados e/ou aumentar ácidos graxos poliinsaturados podem ser conseguidas fornecendo-se alimentos de escape do rúmem (Rowe et al., 1999). Alimentar com uma fonte protegida de α -linolênico, por exemplo, pode ser um meio alternativo de promover o conteúdo de ácidos graxos poliinsaturados na carne de cordeiros ou aumentar o conteúdo de eicosapentanoico e docosaheptaenoico (Cooper et al., 2004). Cordeiros em crescimento, alimentados com concentrado ou diferentes níveis de gordura na dieta e avaliados sob os parâmetros sensoriais da carne, como o "flavour" e suculência, ou ainda o aparecimento de defeitos na firmeza ou cor da gordura subcutânea da carcaça, indicam que a nutrição pode aumentar a quantidade de ácidos graxos de cadeia ramificada (Bas, Morand-Fehr, 2000).

A gordura da carcaça difere entre espécies, por exemplo, cabrito têm menor teor de gordura que cordeiros, além de depositar mais gordura em torno das vísceras que na carcaça, como fazem os ovinos (Babiker et al., 1990). Os ácidos graxos poli-insaturados entre as espécies se apresentam da seguinte forma: C18:2 suíno>caprino>bovino>ovino; C18:3 caberem=ovino>bovino>suíno; e C20:4 suíno>caberem=bovino>ovino. Dieta com altos níveis em ácidos graxos saturados de cadeia longa aumentam o colesterol no plasma, quando comparadas com altos níveis de ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados (Banskalieva, Sahlu e Goetsch, 2000). A proporção de poli-

insaturado:saturado é menor em ruminantes do que em monogástricos porque ocorre biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados da dieta pelos microorganismos do rúmen (Banskalieva et al, 2000). O C16:0 aumentou o colesterol sanguíneo, entretanto C18:0 não teve efeito e C18:1 diminuiu o colesterol sanguíneo. Como esses ácidos graxos representam a maioria encontrada na gordura de ruminantes, a proporção de (C18:0+C18:1):C16:0 pode representar melhor os possíveis efeitos sobre a saúde. Músculos que contêm maior proporção de insaturados, como as séries n-3 e n-6, podem ser benéficos para a saúde humana (Russo et al., 1999; Banskalieva et al, 2000).

Mesmo dentro da mesma espécie há diferenças entre raças, por exemplo, as raças Coopworth e Merino, são diferentes para os ácidos graxos C14:0, C15:0, C17:0, C18:0 e C18:1 e na proporção de saturados e insaturados (Yong, Agnew e Fraser, 1997). A carne de Merino é considerada, em análise sensorial, uma carne com "flavour" forte (desagradável) e não está relacionada com a quantidade de ácidos graxos de cadeia ramificada, como se tinha na hipótese do trabalho. O "flavour" de um alimento corresponde ao conjunto de impressões olfativas e gustativas provocadas no momento do consumo (Osório et al, 1998). A concentração de ácido esteárico é altamente correlacionada com a aceitação do "flavour" (Sañudo et al., 2000). O Merino é uma raça de maturidade tardia e ao atingi-la os ácidos graxos de cadeia ramificada podem ser iguais ou superiores aos de outras raças. Entretanto, há outras explicações possíveis como: Merino é uma raça especializada na produção de lã. Portanto, os Merinos abatidos são mais velhos, acarretando um "flavour" mais intenso. Merino também tem um pH final alto que pode resultar em um "flavour" desagradável. Finalmente, a alta concentração de ácidos graxos insaturados pode levar a um odor desagradável (Young et al., 1997). Houve diferença na composição de C16:0, C16:1, C18:0, C18:2 e C18:1 (CLA), total de lipídios entre Dorper e Suffolk, terminados em confinamento com dieta completa (Snowder e Duckett, 2003). Outros autores não constataram diferenças no total de lipídios e na fração insaponificável entre raças (Monteiro e Shimokomaki, 1999).

Com o aumento de 10 para 12kg de peso vivo ao abate houve uma elevação no depósito de gordura subcutânea e intramuscular (Velasco et al., 2000). A diferença de idade ao abate (45 ou 90 dias) também influenciou a composição de ácidos graxos (Cifuni et al., 2000).

A peroxidação de lipídios é um dos maiores causadores da deterioração da carne crua e cozida durante a refrigeração ou congelamento. A oxidação de lipídios musculares resulta na

produção de componentes que afetam negativamente a qualidade da carne. Produtos da oxidação de lipídios podem estar associados com "flavour" e odores desagradáveis, perda de cor e comprometimento da segurança da carne como alimento (Cifune et al, 2000). A rancificação da gordura resulta da clivagem oxidativa das duplas ligações presentes nos ácidos graxos insaturados com a produção de aldeído e ácido carboxílico de cadeia carbônica menor e portanto volátil (Leningher, et al., 1995).

O aumento de C18:3 é considerado benéfico ao consumo humano, mas causa uma redução no ponto de fusão do lipídio e firmeza da gordura, e um aumento no valor de iodo e do risco de peroxidação de ácidos graxos poliinsaturados. Em ruminantes, como salientado anteriormente, os ácidos graxos poli-insaturados são extensivamente biohidrogenados pelos microorganismos do rúmem para mais ácidos graxos saturados. No entanto, Nurnberg et al. (1998) discutiram artigos que provaram que os microorganismos do rúmem não biohidrogenizaram eicosapentanoico e docosaheptaenoico. Ou seja, apesar da hidrogenação no rúmem dos ácidos graxos, a gordura da carne pode ser modulada pela dieta. Diferentes fontes de ácidos graxos n-3 não influenciaram o desempenho de bovinos, entretanto, houve aumento da quantidade de n-3 na gordura intramuscular. Nurnberg et al. (1998), ao estudarem animais (bovinos e cordeiros) somente no confinamento (Grupo I), no pasto e terminados no confinamento (Grupo II), e somente no pasto (Grupo III), observaram diferença no desempenho de crescimento, qualidade da carne e gordura. A menor quantidade de gordura e ganho de peso foi encontrada para os animais do Grupo III (pasto), mas a qualidade da gordura intramuscular do músculo *longissimus dorsi* foi melhor para este grupo em relação aos padrões para a saúde humana, devido a alta proporção de ácidos graxos n-3.

Há diferença na composição de ácidos graxos de cordeiros amamentando e desmamados. Bas e Morand-Fehr (2000), observaram que a composição de ácidos graxos de cordeiros alimentados com o leite materno teve baixa proporção de C18:0, C18:2 e C18:3 e alta porcentagem de C14:0, C16:0 e C18:1, quando comparados a cordeiros desmamados. O leite é rico em C14:0 e C16:0. Depois da desmama a porcentagem de C14:0 gradualmente diminui e a porcentagem de ácidos graxos saturados de cadeia longa aumenta. Isso é resultado da menor porcentagem de ácidos graxos de cadeia curta ou média e a alta porcentagem de ácidos graxos de cadeia longa da dieta depois da desmama. Cordeiros alimentados somente com leite materno e abatidos com 10 ou 15kg de peso vivo, tiveram a composição dos ácidos graxos diferente, mas de forma geral, o depósito de

gordura pélvica e renal tiveram maiores níveis de ácidos graxos saturados, especialmente palmítico e esteárico (Pérez et al., 2002).

A composição de ácidos graxos nos vários depósitos de gordura também variam de acordo com o comprimento da lactação e o consumo de alimento. A composição da gordura de cordeiros amamentados é a mesma do leite materno, mas pode ser modificada pelo consumo de alimento complementar (Velasco et al., 2004). Velasco et al (2004) trabalharam com cordeiros desmamados e mantidos com a mãe recebendo dieta completa ou cevada. Em cordeiros desmamados, a proporção concentrado/volumoso modificou a proporção de ácidos graxos no tecido adiposo. Ácidos graxos monoinsaturados em tecido adiposo aumentam quando a dieta é baseada em cereais. Os animais não desmamados tiveram mais gordura na carcaça do que os animais desmamados e a proporção de gordura intramuscular do músculo *longissimus* foi ligeiramente maior para cordeiros desmamados em relação aos que permaneceram com as mães. Cordeiros que receberam concentrado tiveram mais gordura do que os que receberam forragem. Os principais ácidos graxos foram oléico (C18:1), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0). Com referência ao efeito da desmama, os ácidos graxos de cadeia média como o mirístico (C14:0) e o palmítico (C16:0) predominaram em cordeiros não desmamados. Entretanto, o heptadecanoico (C17:0), esteárico e oléico predominaram em cordeiros desmamados, provavelmente como resultado do potencial de hidrogenação no C18 dos ácidos graxos saturados do rúmem, causado pela ingestão de forragem. A presença de maior proporção de carboidratos disponíveis reduz o tempo do alimento no rúmem, diminuindo a biohidrogenação dos ácidos graxos (Velasco et al., 2004).

Ponnampalam et al. (2001) afirmaram que os ácidos graxos de cadeia longa n-3, especialmente eicosanopentanoico (EPA, C20:5 n-3) e o ácido docosahexaenoico (DHA, C22:6 n-3) exercem um importante papel no desenvolvimento do cérebro e na prevenção de doenças humanas, incluindo doenças do coração e alguns tipos de câncer. Na Austrália é recomendado que o indivíduo aumente o n-3 na dieta através do consumo de peixe, ovos e alguns tipos de carne (natural ou enriquecidos). Ruminantes pastejando gramíneas podem ter habilidade de sintetizar o n-3 de cadeia longa (EPA e DHA) de seus precursores do ácido linolênico, através de uma conversão eficiente, apesar de pequena. No entanto, a hidrogenação do ácido linolênico na fermentação ruminal reduz esta eficiente conversão. Entretanto, modificações na dieta de 20 e 22 carbonos de

ácidos graxos poliinsaturados no rúmem não é tão eficiente devido a limitada hidrólise deles (Ponnampalam et al., 2002).

No estudo de Bas e Morand-Fehr (2000), os cordeiros que depois da desmama foram terminados no pasto tiveram maior porcentagem de C18:3. As dietas mais ricas em energia metabolizável apresentaram aumento da porcentagem de C16:0, C16:1, C15:0 e C17:0 com decréscimo de C18:0, C18:1 e C18:2. Dietas mais protéicas são pobres em C16:0 e C18:0 e ricas em C16:1, C18:1 e C18:3. Dietas ricas em fibra têm maior porcentagem de C18:0, e menor de C18:2. Dietas ricas em gordura são pobres em C16:1, C18:3 e C17:0. Vale ressaltar que a matéria prima usada na fabricação da dieta altera a composição de ácidos graxos, mesmo que sejam isoproteicas e isoenergéticas.

Dieta de concentrado rico em cereais tem um aumento na concentração de ácidos graxos poliinsaturados n-6 no músculo, produzindo um diferencial no "flavour" de animais com dieta com gramíneas que tem maior concentração de ácidos graxos poliinsaturados n-3. No entanto, a escolha do melhor "flavour" depende do hábito alimentar do painel sensorial (Fisher et al., 2000).

De forma resumida, a porcentagem de ácidos graxos poliinsaturados foi maior em gordura subcutânea de cordeiros terminados confinados, devido a grande quantidade de concentrado ingerido, que levou a modificações nas reações bioquímicas do rúmem. Nessas modificações, alguns ácidos graxos poliinsaturados podem escapar do processo de hidrogenação, e fazer parte dos lipídios estruturais dos microorganismos ruminais. Gordura subcutânea e intramuscular de cordeiros no pasto apresentam uma adequada proporção de n-6/n-3 de ácidos graxos poliinsaturados do que observado para as mesmas gorduras de cordeiros no confinamento. Essa diferença é reflexo da composição de ácidos graxos da dieta. Forragem contem alto nível de ácidos graxos linolênico (C18:3), precursor da série n-3 de ácidos graxos. O concentrado, ao contrário, tem alto teor de ácido linoléico (C18:2), precursor da série n-6 (Díaz et al., 2002).

Portanto, o presente projeto tem como objetivos estudar as conseqüências dos distintos sistemas de cria e recria, sobre os parâmetros de qualidade de carne dos cordeiros, como o pH, capacidade de retenção de água, força de cisalhamento, cor, índice de fragmentação miofibrilar, atividade de calpastatina, morfologia das fibras musculares e composição de ácidos graxos.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AALHUS, J.L. et al Endurece-exercised growing sheep: II. Tenderness increase and change in meat quality. **Meat Science**, Barking, v.29, n.1, p.57-68, 1991.
- ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Ano 5, n. 18, p. 20-21, abril – junho, 2000.
- ALVI, A.S. The influence of sex status on meat quality characteristic in sheep. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v.60, n.11, p.2037-2042, 1980.
- APPLE, J.K. et al. Effects of restrain and isolation stress and epidural blockade on endocrine and blood metabolite status, muscle glycogen metabolism, and indice of darck-cutting longissimus muscle of Sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, n.8, p.2295-2307, Aug. 1995.
- BABIKER, S.A; EL KHIDER, I.A. SHAFIE, S.A. Chemical composition and quality attributes of goat meat and lamb. **Meat Science**, v.28, p.273-277, 1990.
- BANSKALIEVA, V., SAHLU, T., GOETSCH, A. L. Fatty acid composition of goat muscle and fat depots: a review. **Small Ruminant Research**, v. 37, p. 255 – 268, 2000.
- BARROS, N. N.; SIMPLÍCIO, A. A. Produção intensiva de ovinos de corte: perspectivas e cruzamentos. In: 1º Simpósio Mineiro de Ovinocultura. **Produção de carne no contexto atual**. 2001, Lavras. Anais... Lavras: UFLA, 2001. 198p.
- BAS, P. MORAND – FER, P. Effect of nutritional factors on fatty acid composition of lamb fat deposits. **Livestock Production Science**, v. 64, p. 61 – 79, 2000.

BOAS, A. S. V. **Idade a desmama e manejo alimentar na produção de cordeiros superprecoce**. 2001. 55 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

BODWELL, C.E.; McCLAIN, P.E. Composición química de los tejidos animales. PRICE, J.F.; SCHWEIGERT, B.S. (eds). **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. Traduzido por BARRADO, M. Zaragoza: Acribia, 1976. 668p.

BOEHM, M. L., et al. Changes in the calpains and calpastatin during postmortem storage of bovine muscle. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 2415 – 2434, 1998.

BOLTE, M. R., et al. Feeding lambs high-oleate or high –linoleate safflower seeds differentially influences carcass fatty acid composition. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 609 – 616, 2002.

BONAGURIO, S. **Qualidade da carne de cordeiros Santa inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos**. Lavras, 2001, 150 p. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Lavras.

CALKINS, C. R. et al. Relationship of fiber type composition to marbling and tenderness of bovine muscle. **Journal of Food Science**, v. 46, p. 708 – 715, 1981.

CANHOS, D.A.L.; DIAS, E.L. **Tecnologia de carne bovina e produtos derivados**. Fundação Tropical de Pesquisa e Tecnologia - FTPT. 1983. 440p.

CARVALHO, S., et al. Desempenho e produção de lã de ovelhas lactantes e ganho de peso e características da carcaça dos cordeiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 149 – 153, 1999.

CASSENS, R. G. Contribution of meat to human health. In: 45º International Congress of Meat Science and Technology, 1999, Yokohama, Japão, **Anais...** 1999. p.642 - 647.

CHAMPE, P. C., HARVEY, R. A. **Bioquímica Ilustrada**. 2º Edição, Editora Artes Médicas, Porto Alegre, 1996, 446 p.

CHEFTEL, J.C.; CUQ, J.L.; LORIENT, D. **Proteínas alimentarias: bioquímica, propiedades funcionales, valor nutricional, modificaciones químicas**. Zaragoza: Acribia, 1989. 346p.

CIFUNE, G. F., et al. Effect of age at slaughter on carcass traits, fatty acid composition and lipid oxidation of Apulian lambs. **Small Ruminant Research**, v. 35, p. 65 – 70, 2000.

CONG. M., et al. The bovine calpastatin gene promoter and a new N-terminal region of the protein are targets for cAMP-dependents protein kinase activity. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 272, n. 1, iss 2, p. 660 – 666, 1998.

- COOPER, S. L., et al. Manipulation of the n – 3 polyunsaturated fatty acid content of muscle and adipose tissue in lambs. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 1461 – 1470, 2004.
- CUNHA, E. A., et al. Desempenho e características de carcaça de cordeiros Suffolk alimentados com diferentes volumosos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 671 – 676, 2001.
- DÍAZ, M.T., et al. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, v. 43, p. 257 – 268, 2002.
- DRANSFIELD, E., et al. Carcass and eating quality of ram, castrated ram and ewe lambs. **Animal Science**, London, v.50, n.2, p.291-299, Apr. 1990.
- DU, M., et al. Effect of nutrients on calpain and calpastatin content of skeletal muscle from cows and fetuses. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 2541 – 2547, 2004.
- DUSTON, 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, n.4, p.863-866, July/Aug. 1976.
- FELICIO, 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.
- FISHER, A. V., et al. Fatty acid composition and eating quality of lamb types derived from four diverse breed x production systems. **Meat Science**, v. 55, p. 141 – 147, 2000.
- FORREST, J.C.; et al. **Fundamentos de ciencia de la carne**. Traduzido por BERNABÉ SANZ PÉREZ. Zaragoza: Acribia, 1979. 364p. Tradução de: Principles of meat Science.
- GARCIA, I. F. F.; BONAGURIO, S.; PEREZ, J. R. O. Comercialização da carne ovina. In: Encontro Mineiro de Ovinocultura, 1., 1998, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2000. 177p.
- GEESINK, G. H.; BEKHIT, A. D.; BICKERSTAFFE, R. Rigor temperature and meat quality characteristics of lamb longissimus muscle. **Meat Science**, v. 78, p. 2842 - 2848, 2000.
- GEESINK, G. H., et al. Effect of stress and high voltage electrical stimulation on tenderness of lamb m. longissimus. **Meat Science**, v. 57, p. 265 - 271, 2001.
- GOLL, D. E., et al. The calpain system. **Physiological Reviews**, v. 83, n. 3, p. 731 – 801, p. 2003.
- GREENWOOD, P. L., et al. Effect of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep: II. Skeletal muscle growth and development. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 50 – 61, 2000.
- GULARTE, M. A., et al. Idade e sexo na maciez da carne de ovinos da raça Corriedale. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 485 – 488, 2000.

- HIGHT, G. K.; JURY, K. E. Hill country sheep production. II. Lamb mortality and birth weights in Romney and Border Leicester x Romney flocks. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 13, p. 735-752, 1970.
- HINER, R.L.; ANDERSON, E.E.; FELLERS, C.R. Amount and character of connective tissue as it relates to tenderness in beef muscle. **Food Technology**, Chicago, v.9, n.2, p.80-86, Feb. 1955.
- HOPKINS, D., et al. Meat quality of mixed sex lambs grazing pasture and supplemented whit, roughage, oats or oats and sunflower meal. **Meat Science**, v. 59, p. 277 – 283, 2001.
- HOPKINS, D.L.; FOGARTY, N.M. Diverse lamb genotypes - 2. Meat pH, colour and tenderness. **Meat Science**, Barking, v.49, n.4, p.459-475, Aug. 1998.
- HUNT, M. C., HEDRICK, H. B. Profile of fiber types and related properties of five bovine muscles. **Journal of Food Science**, v. 42, p. 513 – 517, 1977.
- IMMONEN, K.; RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Some effects of residual glicogen concentration on the physical and sensory quality of normal pH beef. **Meat Science**, Barking, v.55, n.1, p.33-38, Sept. 2000.
- JOHNSON, M. H., et al. The effect of three temperature conditioning treatments and subcutaneous fat removal on lamb quality. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 2309 - 2315, 1989.
- KLONT, R. E., BROCKS, L., EIKELENBOOM, G. Muscle fibre type and meat quality. **Meat Science**, v. 49, Suppl. 1, S219 - S229, 1998.
- KOOHMARAIE, M., et al. A muscle hypertrophy condition in lamb (Callipyge): characterization of effects on muscle growth and meat quality traits. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 3596-3607, 1995.
- KOOHMARAIE, M.; DOUMIT, M. E., WHEELER, T. L. Meat toughening does not occur when rigor shortening is prevented. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 2935-2942, 1996 b.
- KOOMARAIE, M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. **Meat Science**, Barking, v.43, p.S193-S201, Aug. 1996 a.
- KOOMARAIE, M.; CROUSE, J.D.; MERSMANN, H.J. Acceleration of postmortem tenderization in ovine carcasses through infusion of calcium chloride: effect of concentration and ionic strength. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.67, n.4, p.934-942, Oct. 1989.
- KRAUSGRILL, D.J., et al. Effects of weight loss in ewes in early pregnancy on muscles and meat quality of lamb. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.132, n.2, p.103-166, Mar. 1999.
- KREMER, R., et al. Machine milk yield and composition of non-dairy Corriedale sheep in Uruguay. **Small Ruminant Research**, v. 19, p. 9 – 14, 1996.

- LEFAUCHEUR, L., GERRARD, P. Muscle fibre plasticity in farm mammals. **Proceeding of the American Society of Animal Science**, 1998. Internet.
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. Traduzido por Arnaldo Antonio Simões e Wilson Roberto Navega Lodi. 2.ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 841p.
- LEPETIT, J.; GRAJALES, A.; FAVIER, R. Modelling the effect of sarcomere length on collagen thermal shortening in cooked meat: consequence on meat toughness. **Meat Science**, Barking, v.54, n.3, p.239-250, Mar. 2000.
- MACEDO, R. M. G. **Características morfológicas e histoquímicas do tecido muscular esquelético de cordeiros Corriedale, puros e mestiços, durante o crescimento, terminados em pastagem ou confinamento**. Botucatu, Unesp, 2000. 120 p. (Tese – Doutorado em Ciências Biológicas - Zoologia).
- McGEEHIN, B.; SHERIDAN, J. J.; BUTLER, F. Factors affecting the pH decline in lamb after slaughter. **Meat Science**, v. 58, p. 79 – 84, 2001.
- MELLOR, D. J.; MURRAY, L. Making the most of colostrum at lambing. **Vet. Rec.**, v.118, p. 351-353, 1985.
- MONTEIRO, E. M., SHIMOKOMAKI, M. Influência do genótipo nos lipídeos totais e na fração insaponificável da carne de cordeiros. **Ciência Rural**, Santa maria, v. 29, n. 3, p. 545 – 548, 1999.
- MONTOSSI, F.; JULIÁN, R. S.; MATTOS, D. Alimentacion y manejo de la oveja de cria durante el ultimo tercio de gestacion em la region de basalto. **Seminario de Actualizacion em Tecnologias para Basalto**. INIA. – Serie Técnica 102. 1998.
- NOTTER, D. R., KELLY, R. F., BERRY, B. W. Effects of ewe breed and management system on efficiency of lamb production: III. meat characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 3523 – 3532, 1991.
- NURNBERG K., WEGNER, J., ENDER, K. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. **Livestock Production Science**, v. 56, p. 145 – 156, 1998.
- OCHOA – CORDERO, M. A., et al. Milk yield and composition of Rambouillet ewes under intensive management. **Small Ruminant Research**, v. 43, p. 269 – 274, 2002.
- OLIVEIRA, N. M., SILVEIRA, V. C. D., BORBA, M. F. S.. A idade do desmame, o desenvolvimento dos cordeiros e a influência reprodutiva de ovelhas Corriedale em pastagem natural. **Comunicado Técnico**, n. 19, Dez / 1998, p 1 – 3. EMBRAPA – CPPSul.
- OSÓRIO, J. C. S; et al. **Produção de Carne Ovina, Alternativa para o Rio Grande do Sul**. Editora da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1998.166p.

OZAWA, S., et al. The characteristics of muscles fiber types of *longissimus thoracis* muscle and their influences on the quantity of meat from Japanese Black steers. **Meat Science**, Barking, v.54, n.1, p.65-70, Jan. 2000.

PARDI, M.C., et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne: tecnologia da sua obtenção e transformação**. Goiânia: Centro Editorial e Gráfico Universidade de Goiás, 1993. v.1, 586p.

PÉREZ, P., et al. Carcass characteristics and meat quality of Suffolk Down suckling lambs. **Small Ruminant Research**, v. 44, p. 233 – 240, 2002.

PETHICK, D. W.; ROWE, J. B. The effect of nutrition and exercise on carcass parameters and the level of glycogen in skeletal muscle of Merino sheep. Australian **Journal of Agricultural Research**, v. 47, n. 4, p. 525-537, 1996.

PIRES, C. C., et al. Características quantitativas e composição tecidual da carcaça de cordeiros terminados em confinamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 539 – 543, 1999.

PIRES, C.C., et al. Cria e terminação de cordeiros confinados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.5, p. 875-880, set./out. 2000.

PONNAMPALAM, E. N., et al. Effect of diets containing n-3 fatty acids on muscle long chain n-3 fatty acid content in lambs fed low- and medium- quality roughage diets. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 698 – 706, 2001.

PONNAMPALAM, E. N., et al. Effects of dietary lipid type on muscle fatty acid composition, carcass leanness, and meat toughness in lambs. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 628 – 636, 2002.

PRÄNDAL, O., et al. **Tecnología e higiene de la carne**. Tradução de ESCOBAR, J.E. Zaragoza: Acribia, 1994. 854p. Tradução de: Fleisch. Technologie und Hygiene der Gewinnung und Verarbeitung.

PURSLOW, P. The intramuscular connective tissue matrix and cell/matrix interactions in relation to meat toughness. In: **45° International Congress of Meat Science and Technology**, 1999, Yokohama, Japão, Anais... 1999. p. 210 – 219.

REHFELDT, C., et al. Myogenesis and postnatal skeletal muscle cell growth as influenced by selection. **Livestock Production Science**, v. 66, p. 177 – 188, 2000.

RENERRE, M. Biochemical basis of fresh meat colour. In: **45° International Congress of Meat Science and Technology**, 1999, Yokohama, Japão, Anais... 1999. p.344 - 353.

RIBEIRO, E. L. A., et al. Ganho de peso e componentes do peso vivo em borregos Ile de France inteiros ou castrados e Hampshire Down castrados abatidos aos doze meses de idade. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 333 – 336, 2000.

RIBEIRO, L. A. O., GREGORY, R. M., MATTOS, R. C. Prenhez em rebanhos ovinos do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 4, p. 637 – 641, 2002.

RODRIGUES – AMAYA, D. Análise de colesterol em alimentos: perspectiva histórica e tendências atuais. In: Seminário colesterol: análise, ocorrência, redução em alimentos e implicação na saúde, 1996, Campinas. **Seminário colesterol: análise, ocorrência, redução em alimentos e implicação na saúde**, v. 1, p. 59 – 64, 1996.

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

RUBENSAM, J.M.; FELÍCIO, P.E.; TERMIGNONI. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n.4, out./dez. 1998.

RUSSO, C.; PREZIUSO, G.; VERITÀ, P. EU carcass classification system: carcass and meat quality in light lambs. **Meat Science**, v. 64, p. 411 – 416, 2003.

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

SAFARI, E., et al. Diverse lamb genotypes. 3. Eating quality and the relationship between its objective measurement and sensory assessment. **Meat Science**, Barking, v.57, n.2, p.153-159, Feb. 2001.

SAINZ, R.D. Qualidade das Carcaças e da Carne Bovina. **In: Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas**. 27 a 30 de Outubro de 1996. Reprodução e Genética Aplicada aos Zebuínos. 2, 1996, Anais..., 1996, p.1.

SALVA, T. J. G. Tecnologia para redução de colesterol em alimentos: métodos enzimáticos. In: Seminário colesterol: análise, ocorrência, redução em alimentos e implicação na saúde, 1996, Campinas. **Seminário colesterol: análise, ocorrência, redução em alimentos e implicação na saúde**, v. 1, p. 7 – 13, 1996.

SAÑUDO, C., et al. La calidad de la canal y de la carne em corderos ligeros tipo ternasco: competência com canales de procedencia extranjera. **XIV Jornadas Científicas de la SEOC**, 223 – 232. 1991.

SAÑUDO, C., et al. Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in EU carcass classification system. **Meat Science**, Barking, v.56, n.1, p.89-94, Sept. 2000.

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

- SAÑUDO, C., et al. Influence of carcass weight on instrumental and sensory lamb meat quality in intensive production systems. **Meat Science**, Barking, v.42, n.2, p.195-202, Feb. 1996.
- SARANTOPOULOS, C.I.G.L.; PIZZINATTO, A. Fatores que afetam a cor das carnes. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.1, p.1-12,1990.
- SNOWDER, G. D., DUCKETT, S. K. Evaluation of the South African Dorper as a terminal sire breed for growth, carcass, and palatability characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 368 – 375, 2003.
- SOBRINHO, A. G. S. Produção de cordeiros em pastagem. In: **1º Simpósio Mineiro de Ovinocultura**, 2001, Lavras, Anais... Lavras, 2001, p. 63 – 98.
- SOLOMON, M.B., et al. 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.
- SPLINDLER, A. A., MATHIAS, M. M., CRAMER, D. A. Growth changes in bovine muscle types as influenced by breed and sex. **Journal of Food Science**, v. 45, p. 29 – 31, 1980.
- SUSIN, I. A. G.; BATISTA, A. M.; SIQUEIRA, E. R. Exigências nutricionais de ovinos e estratégias de alimentação. In: SILVA SOBRINHO, A. G. et al. **Nutrição de Ovinos**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 258p.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2 ed. Ithaca and London: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VEISETH, E., et al. Factors regulating lamb longissimus tenderness are affected by age at slaughter. **Meat Science**, v. 68, p. 635 – 640, 2004.
- VELASCO, S., et al. Effect of different feeds on meat quality and fatty acid composition of lambs fattened at pasture. **Meat Science**, v. 66, p. 457- 465, 2004.
- VELASCO, S., et al. Carcass and meat quality of Talaverana breed sucking lambs in relation to gender and slaughter weight. **Animal Science**, London, v.70, n.2, p.253-263, Apr. 2000.
- VERGARA, H.; GALLEGO, L. Effect of electrical stunning on meat quality of lamb. **Meat Science**, Barking, v. 56, p.345 - 349, 2000.
- VERGARA, H.; GALLEGO, L. Effect of type of suckling and length of lactation period on carcass and meat quality in intensive lamb production systems. **Meat Science**, Barking, v. 53, n.3, p.211-215, Nov. 1999.

VERGARA, H.; MOLINA, A.; GALLEGO, L. Influence of sex and slaughter weight on carcass and meat quality in light and medium weight lambs produced in intensive systems. **Meat Science**, Barking, v.52, n.2, p.221-226, June 1999.

WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M. Pre rigor and post rigor changes in tenderness of ovine longissimus muscle. **Journal of Animal Science**, 72, p. 1232 – 1238, 1994.

YOKOYAMA, S. Tecnologia para redução de colesterol em alimentos: microparticulação em alimentos. In: Seminário colesterol: análise, ocorrência, redução em alimentos e implicação na saúde, 1996, Campinas. **Seminário colesterol: análise, ocorrência, redução em alimentos e implicação na saúde**, v. 1, p. 15 – 18, 1996.

YOUNG, O. A., AGNEW, M. P., FRASER, T. J. Volatile branched chain fatty acids in fat from two sheep breeds. In: **43º International Congress of Meat Science and Technology**, 1997, Auckland, Nova Zelândia, **Anais...** 1997. p.632 - 633.

YOUNG, O.A.; REID, D.H.; SCALES, G.H. Effect of breed and ultimate pH on the odour and flavour of sheep meat. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v.36, n.3, p.363-370, 1993.

ZAPATA, J. F. F., et al. Estudo da qualidade da carne ovina do nordeste brasileiro: propriedades físicas e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 2, Campinas, maio / agosto, 2000.

CAPÍTULO 2

MORFOLOGIA DA FIBRA MUSCULAR E PARÂMETROS DE QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIRO FILHOS DE MÃES SUPLEMENTADAS OU NÃO, DESMAMADOS COM 45 OU 60 DIAS DE IDADE E TERMINADOS NO CONFINAMENTO OU EM PASTO.

Resumo

O experimento teve como objetivo: avaliar o efeito da suplementação alimentar da ovelha 30 dias antes do parto, a idade à desmama (45 ou 60 dias) de cordeiros machos e o sistema de terminação em confinamento (com dieta completa ou somente feno) e em pasto; sobre o tipo de fibra muscular e parâmetros de qualidade da carne. As dietas fornecidas aos animais foram formuladas segundo as recomendações do NRC (1985). As análises de qualidade da carne no músculo *longissimus* foram: pH, cor, perda de peso por cozimento, força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar (MFI), medidas de miofibrila, é análise do tipo de fibra muscular. As análises de MFI e medidas de miofibrila também foram feitas no músculo *infra espinhal*. Os parâmetros de abate foram 30 kg de peso vivo ou 150 dias de idade. Os cordeiros terminados no confinamento, alimentados com feno, foram abatidos pela idade e os demais cordeiros pelo peso vivo. As fibras SO, FOG e FG não tiveram a sua frequência alterada pelos tratamentos, mas a área foi menor para os cordeiros terminados com feno. Os valores de pH, temperatura, cor (L, a*, b*), MFI e medidas de miofibrila também foram menores para esses cordeiros e obtiveram maiores valores de perda de peso por cozimento. Com o aumento do tempo de maturação de 0 para 3 e 7 dias *post - mortem* houve um aumento do MFI e diminuição das medidas de área. O nível alimentar dos cordeiros pode interferir na qualidade da carne de forma mais intensa do que a escolha por terminar os cordeiros no confinamento ou no pasto.

Palavras – chaves: cordeiro, fibra muscular, pH, cor, maciez, índice de fragmentação miofibrilar.

MUSCLE FIBER MORPHOLOGY AND QUALITY PARAMETERS OF MEAT FROM LAMBS BORN FROM SUPPLEMENTED MOTHERS OR NOT, WEANED AT 45 OR 60 DAYS OLD AND TERMINATED IN CONFINEMENT OR PASTURE

Summary

The objective of this work was to evaluate the effect of food supplementation of sheep 30 days before parturition, age of male lambs at weaning (45 or 60 days old) and confinement (with full diet or hay only) and grass termination system over the type of muscle fiber and meat quality parameters. Diets provided to animals were formulated as recommended by NRC (1985). Meat quality analyses in *longissimus* muscle were: pH, color, weight loss by baking, shear force, myofibrillar fragmentation index (MFI), myofibril measures and analysis of muscle fiber type. MFI and myofibril measures analyses were also made on *infra spinal* muscle. Slaughter parameters were 30 kg of live weight or 150 days old. Lambs terminated in confinement, fed with hay, were slaughtered by age and the others by live weight. SO, FOG and FG fibers frequency was not modified by treatments, but the area was smaller lambs fed with hay. pH, temperature, color (L, a*, b*), MFI and myofibril measures values were also lower for these lambs, but weight loss by baking was higher. The enhance in maturation time from 0 to 3 and 7 days *post-mortem* caused an increase in MFI and a decrease in area and length measures. Lambs feed level may affect meat quality more intensely than terminating lambs in confinement or pasture.

Key- words: lamb, muscle fibre, pH, color, tenderness, miofibrillar fragmentation index.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento do cordeiro nas primeiras semanas após o nascimento está relacionado com a quantidade de colostro e leite ingeridos, e a produção destes pode ser influenciada pela nutrição da ovelha antes e após o parto. A subnutrição da ovelha durante a gestação pode diminuir o número das fibras musculares dos fetos com conseqüências no seu crescimento e desempenho pós natal (Greenwood et al., 2000). Reduzido número de miofibras em fetos de cordeiros tem sido reportado devido à severa subnutrição da mãe no início e final da prenhez, ou de toda a gestação. Em contraste, moderada subnutrição da ovelha durante o início da prenhez não afetou o desenvolvimento muscular dos descendentes e o número de miofibras não foi afetado, sendo de interesse estudar a restrição alimentar no final da gestação (Greenwood et al., 2000). No sistema de terminação, cordeiros com alimentação restrita tem mostrado uma redução da fibra muscular (atrofia), exibindo uma menor taxa de queda de pH *post - mortem* (Lefaucherur e Gerrard, 1998).

A idade à desmama pode interferir na qualidade da carne, como no estudo de Alcade et al. (2001), com animais desmamados com 60 dias e imediatamente abatidos com carne mais clara, com valores de luminosidade bastante altos, semelhantes aos descritos por Velasco et al. (2000), para cordeiros com 40 dias de idade.

A nutrição tem efeito preponderante sobre a produção animal. Ruminantes em pasto têm uma alta adaptação e modo especializado de digestão que permite melhor acesso à energia na forma de alimentos fibrosos do que muitos outros herbívoros (Van Soest, 1994). Entretanto, o maior problema dos animais mantidos somente no pasto é atender suas exigências nutricionais, devido o maturação fisiológica da planta. O confinamento de cordeiros é um sistema de terminação importante, pois diminui a infestação parasitária, que causa a diminuição do ganho de peso ou mesmo a morte dos animais, e propicia o fornecimento de alimento com valor nutritivo constante.

O efeito direto do tipo de fibra muscular sobre a qualidade da carne permanece desconhecido, devido a sua associação com componentes musculares, como proteínas sarcoplasmáticas, enzimas musculares, gordura intramuscular e tecido conjuntivo (Lefaucherur e Gerrard, 1998). No entanto, pode-se fazer algumas inferências entre fibra muscular e qualidade da carne. O pH final esta positivamente correlacionado com a capacidade oxidativa e proporções de fibra tipo I (SO) e negativamente correlacionado ao conteúdo de glicogênio (Lefaucherur e Gerrard, 1998). O aumento da proporção de fibras vermelhas aumenta a

intensidade da cor vermelha da carne (teor de a^*), que pode ter a cor mais instável (Lefaucherur e Gerrard, 1998).

O pH e a temperatura da carne são importantes parâmetros de qualidade já que podem influenciar a cor, a capacidade de retenção de água, a maciez, dentre outros fatores. A cor da carne é o índice de frescor e qualidade óbvia para o consumidor. Vários fatores influenciam na cor da carne, como é o caso dos cordeiros terminados no pasto é maior teor de a^* quando comparado com cordeiros confinados (Díaz et al., 2002 e Velasco et al., 2004). A capacidade de retenção de água (CRA) tem importância fundamental em termos de qualidade, tanto na carne destinada ao consumo direto, como para a industrialização. Cordeiros alimentados com feno tiveram a carne mais exudativa do que cordeiros que receberam outro tipo de forrageira, e os animais do pasto foram menos suculentos que os cordeiros confinados, provavelmente devido ao seu menor estado de engorduramento (Osório et al., 1998, Immonen et al., 2000, Safari et al., 2001). A maciez é uma das principais características sensoriais da carne, considerada pelo consumidor tão ou mais importante que o sabor e o aroma (Canhos e Dias, 1983). A maciez é muito variável, e é de extrema importância para a indústria da carne compreender os fatores que a influenciam e tentar controlá-los. Veiseth et al. (2004) dividiram a evolução da maciez em duas fases, a primeira ocorre durante o *rigor mortis*, com o principal fator o encurtamento do sarcômero e o colágeno. Na segunda fase a importância da ação enzimática (calpaína e calpastatina, principalmente) sobre a degradação de proteínas miofibrilares. E o efeito indireto da gordura sobre a maciez foi comprovado por Sañudo et al. (2000),

O objetivo deste estudo foi avaliar as conseqüências da suplementação alimentar da ovelha antes do parto, a idade à desmama de cordeiros e o sistema de terminação de cordeiros confinados (dieta completa ou feno) ou pasto sobre o tipo de fibra muscular e parâmetros de qualidade da carne.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado, em sua fase de campo, na Fazenda Palmeira da Serra, no município de Pratânia e o confinamento dos cordeiros, no Setor de Ovinocultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Campus de Botucatu - São Paulo. Pela técnica de ultra-sonografia, foi confirmada a prenhez de 100 ovelhas do rebanho comercial, mestiças Ile de France x Bergamácia, acasaladas com macho da raça Ile de France. As fêmeas foram separadas aleatoriamente, e utilizadas apenas 53 que pariram machos.

As infestações endoparasitárias foram monitoradas a cada 28 dias, através da técnica de Gordon e Whitlock (1939), pelo exame de OPG (ovos por grama de fezes) e na contagem igual ou acima de 500 OPG, os animais foram evermifugados.

Todas as matrizes permaneceram em pastagens de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, em sistema de pastejo rotacionado até 30 dias que antecederam a parição, quando foram separadas em dois grupos. O primeiro grupo foi suplementado com uma dieta comercial e feno, balanceada segundo exigências do NRC (1985); e o segundo grupo não recebeu nenhuma suplementação. A data provável de parição foi obtida através do controle de monta da propriedade.

Após o parto os dois grupos de ovelhas foram subdivididos em 4 tratamentos, com número desbalanceado de animais, tendo como critério a idade de desmame dos cordeiros (45 ou 60 dias de idade).

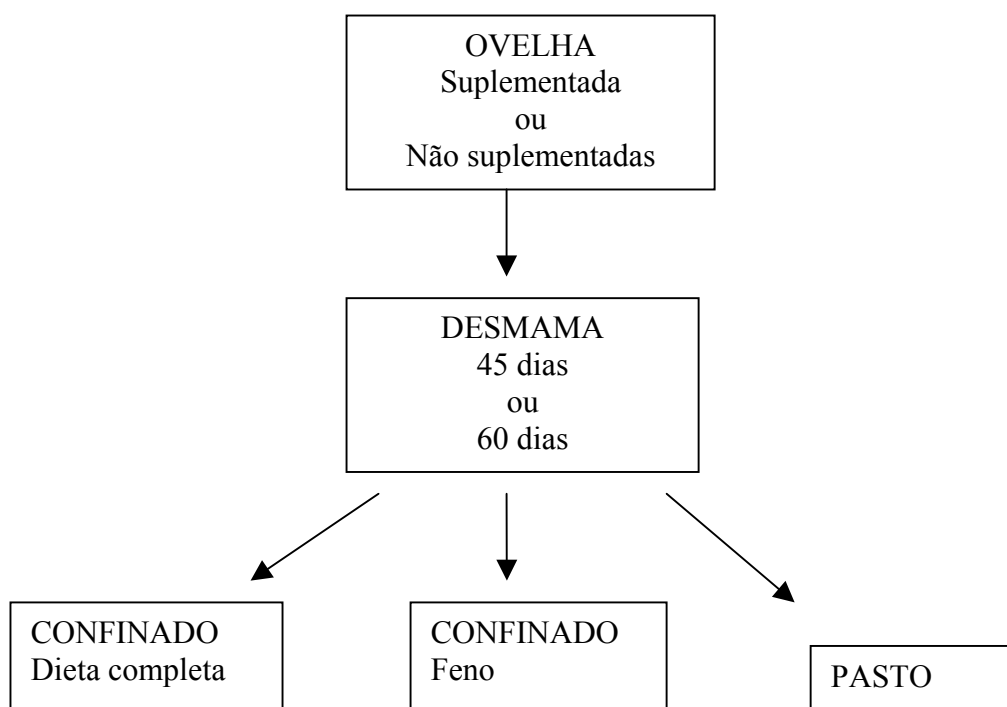
Após a desmama, os cordeiros foram distribuídos aleatoriamente em três sistemas de terminação. O primeiro sistema consistiu em terminar os cordeiros em regime de confinamento total, com uma dieta completa, segundo as exigências do NRC (1985). No segundo, os cordeiros também foram terminados em confinamento total e receberam somente feno à vontade. No terceiro sistema os animais permaneceram no pasto com suplementação. O peso de abate estabelecido foi de 30 kg ou 150 dias de idade.

O esquema dos tratamentos esta representado pelo organograma abaixo:

A dieta completa fornecida aos cordeiros era composta por uma ração comercial (ração para ovinos de engorda da Vitosan, com registro no Ministério da Agricultura sob nº RS 01008-00051) e feno de Aruana, nas proporções de 70% de volumoso e 30% de concentrado para ganho de peso de 300 g/dia conforme a recomendação do NRC (1985). Os cordeiros confinados alimentados só com feno de Aruana, receberam inicialmente o feno picado, mas devido ao início de problemas respiratórios o feno passou a ser fornecido inteiro. Os cordeiros do pasto, permaneceram em pastagens de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, em sistema de pastejo rotacionado e receberam 200 g da ração comercial por dia, conforme o manejo utilizado na Fazenda Palmeira da Serra.

A composição bromatológica das dietas está na Tabela 1. O valor nutricional da pastagem variou com o tempo do experimento e o que consta na Tabela 1 é uma média dos valores obtidos ao longo do período experimental. A forrageira coletada foi analisada inteira sem a separação das folhas e colmos. Naturalmente este valor não expressa o consumido pelos cordeiros devido a seleção que estes fazem das partes da planta. O valor da composição

bromatológica da ração está de acordo com os dados fornecidos pelo fabricante e os valores do feno e do pasto foram obtidos pela análise feita segundo os procedimentos adotados no Laboratório de Nutrição do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ – UNESP – Botucatu.



Organograma 1. Organograma dos tratamentos do experimento.

Os cordeiros foram pesados ao nascer e a cada 14 dias até o abate. Ao atingirem o peso de 30 kg (peso da fazenda) ou 150 dias idade, os cordeiros foram submetidos a um período de jejum sólido de 16 horas e abatidos. As carcaças foram refrigeradas em câmara fria por um período de 24 horas, em temperatura de $7 \pm 2^\circ\text{C}$.

Após este período, as carcaças foram seccionadas longitudinalmente em duas meias-carcaças e realizados os cortes comerciais no lado esquerdo, nas seguintes partes: paleta, lombo, costeleta, pernil, peito e fralda. Do lombo foi retirado o músculo *Longissimus dorsi* que foi usado para as análises morfológicas e de índice de fragmentação miofibrilar (MFI). Da costeleta foi retirado o músculo *Longissimus lumbarum* para as análises de capacidade de retenção de água, força de cisalhamento e cor e da paleta, o músculo *Infra-espinhal* para estudo do índice de

fragmentação miofibrilar (MFI). As amostras de MFI foram embaladas a vácuo e maturadas por 3 e 7 dias, em geladeira na temperatura de 4 °C. A coleta de dados está esboçada na Figura 1.

Tabela 1. Composição bromatológica, em porcentagem, dos alimentos consumidos pelos cordeiros terminados no confinamento ou pasto.

	Ração	Feno	Pasto
Matéria seca	87	88,67	90,20
Proteína bruta	18	11,42	5,29
Extrato etéreo	1,5	1,40	1,69
Fibra bruta	17	41,86	34,02
Matéria Mineral	10	9,77	8,48
FDN		75,24	74,34
FDA		55,62	50,60
Cálcio	2		
Fósforo	0,4		

O músculo *longissimus dorsi* ficou exposto entre a 12 e 13^o costelas e feita a medida de espessura de gordura com o auxílio de um paquímetro. A área de olho de lombo foi marcada deste mesmo corte sobre um filme plástico e determinado o valor da área com o auxílio de um planímetro utilizado no Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Botucatu.

Amostras para as medidas de morfologia foram retiradas no momento do abate, com tamanho aproximado de 1 cm x 0,5 cm, envolvida por talco neutro e congelada em nitrogênio líquido e assim mantidas e transportadas para o Laboratório de Histoenzimologia, do Departamento de Morfologia, do Instituto de Biociências, da Unesp – Botucatu, onde eram armazenadas a -80°C.

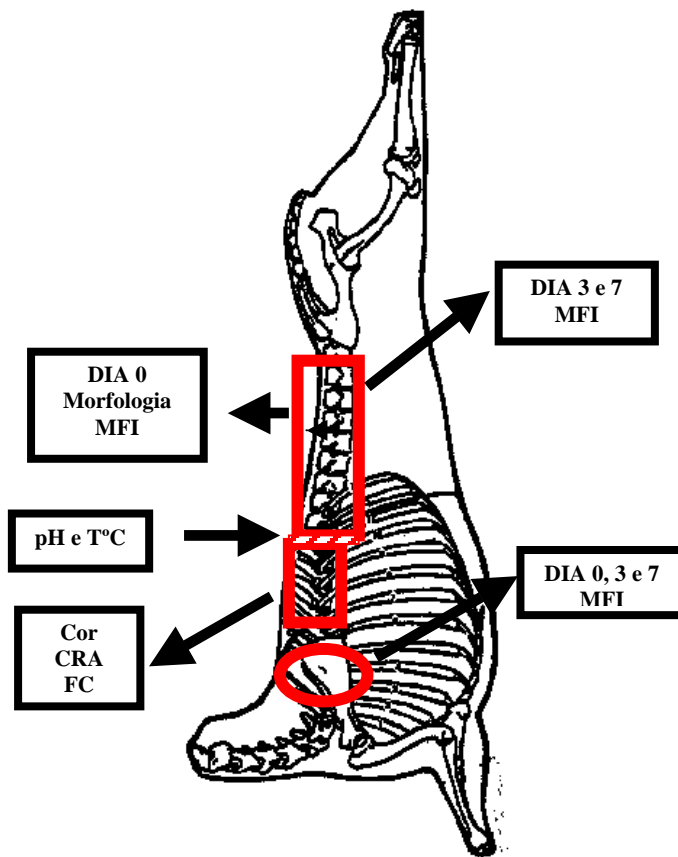


Figura 1. Coleta de amostras realizadas na carcaça de cordeiros machos, abatidos com 30kg de peso vivo ou 150 dias de idade.

O corte no criostato foi na espessura de 10 μm . Usou-se a técnica de HE para avaliar a morfologia do músculo de forma geral. A amostra foi fixada com formol cálcio de Baker, corada com hematoxilina e eosina, álcool e xilol. A montagem da lâmina foi feita com Permount. Para a análise de ATPase foram testados vários valores de pH (4,1; 4,5; 4,6; 10,4; 10,5; 10,6), até encontrar um valor ótimo de 10,65, quando foi possível diferenciar 3 tipos de fibras, que foram classificadas de SO (claras), FOG (pretas) e FG (cinzas), como também foi descrito por Macedo (2000). A amostra permaneceu em uma solução de pré incubação (tampão Sigma 221, cloreto de cálcio a 0,18M e água deionizada, pH 10,65), depois a uma temperatura de 37°C em contato com a solução de incubação (tampão Sigma 221, cloreto de cálcio a 0,18M, ATP e água deionizada). Após este período usou solução de cloreto de cálcio a 1% e cloreto de cobalto a 2%. Foi lavada com água deionizada e permaneceu por 30 segundos no sulfeto de amônia. A montagem da lâmina foi feita com gelatina – glicerina. Para a análise de NADH a amostra foi incubada em solução de NADH, NBT, tampão Tris 0,2M, pH 7,4. Foi fixada com

formol 5% tamponado com pH 7,0 e montada a lâmina com gelatina – glicerina. Com esta metodologia foi possível detectar 3 tipos de fibra muscular, sendo a mais corada a SO, a intermediária a FOG e a menos corada a FG como também foi descrito por Macedo (2000).

A técnica das análises morfométricas (HE, ATPase e NADH) são utilizadas no Laboratório de Histoenzimologia, do Departamento de Morfologia, do Instituto de Biociências, da Unesp – Botucatu. As medidas de área foram realizadas com o auxílio de um microscópio ótico comum com objetiva de 40 vezes, acoplado a um analisador de imagem (Videoplan Optimas USA) e a um computador, no Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, FMVZ, Unesp. A média de leitura para HE foi de 111 medidas por animal; para ATPase média de 314 medidas /animal e NADH média de 217 medidas /animal; em um total de 52 animais.

As leituras de pH e temperatura foram realizadas às 0hs, 4, 8, 12 e 24 horas *post - mortem*, com auxílio de um peagâmetro portátil com eletrodo de penetração com resolução de 0,01 unidades de pH.

Para análise de cor, o músculo foi descongelado a uma temperatura de 4°C por 24 horas e cortados em fatias de 2 cm de espessura e exposta ao oxigênio ambiente por 1 hora. Após este período, foi realizada a leitura com o colorímetro Minolta Chroma Meter, calibrado para um padrão branco em ladrilho. O sistema de avaliação usado foi o CIELAB, no qual L* corresponde ao teor de luminosidade, a* ao teor de vermelho e b* ao teor de amarelo. O colorímetro Minolta foi utilizado no Laboratório de Pós Colheita do Departamento de Produção Vegetal da ESALQ – USP, Piracicaba.

Amostras usadas na análise de perda de peso por cozimento, foram cortadas com 2,0 cm de espessura, pesadas e embaladas em saco de polietileno e levadas ao Banho – Maria na temperatura de 80°C. A temperatura do interior da amostra foi controlada com o auxílio de um termômetro e ao atingir 70°C a amostra foi retirada, deixada esfriar em temperatura ambiente e novamente pesada. Com a diferença de peso foi possível obter a perda de peso por cozimento.

As medidas de força de cisalhamento foram obtidas das amostras de perda de peso por cozimento. Em cada amostra foram retirados cilindros homogêneos, com o auxílio de uma furadeira acoplada a uma sonda de 1,5 cm de diâmetro. Os cilindros foram retirados no sentido da fibra, evitando nervos e gorduras. A força de cisalhamento (FC) foi medida com o aparelho Warner Bratzler, numa escala de 0 a 10.

Para o índice de fragmentação miofibrilar (MFI), usou-se dois gramas de músculo *longissimus dorsi* e também do *infra espinhal* retirados no dia do abate (dia 0) e com 3 e 7 dias de maturação. As amostras foram cortadas em pedaços menores e colocada em uma solução

tampão na proporção de 10 volumes de tampão : 1 de peso da amostra. O tampão consistia de 100 mM KCl, 20 mM de fosfato de potássio monossódico e dissódico, 1mM de EDTA, 1 mM $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ e 1mM NaN_3 , pH 7,0, à 4°C. A amostra mais a solução tampão de MFI foram trituradas, apenas uma vez, com o auxílio de um homogeneizador da marca Politron na velocidade de 15.000 rpm por 30 segundos. O material foi centrifugado por 15 minutos a 3.000 G à 2°C. Descartou-se o sobrenadante e o precipitado foi re-suspenso com o tampão de MFI na proporção de 10 v: 1p e novamente centrifugado por 15 minutos a 3.000 G/2°C. Descartou-se o sobrenadante e o precipitado foi re-suspenso com a solução tampão na proporção de 5 v : 1 p. Foi determinada a quantidade de proteína na amostra e padronizada a leitura com 0,5 mg de proteína por mL. A leitura foi feita em espectrofotômetro a 540 nm e o valor obtido foi multiplicado por 200, e assim obteve-se o índice de fragmentação miofibrilar (MFI), segundo a metodologia de Culler et al. (1978).

Os valores apresentados no MFI foram baixos e vários testes com outras concentrações de proteína (1, 1,5, 2 mg/ml) foram usados para tentar descobrir o problema. Ao observar as miofibrilas no microscópio foi possível perceber que o espectrofotômetro não estava captando a turbidez da solução porque as partículas estavam pequenas; e por isso foi decidido fazer medidas das miofibrilas.

A solução de MFI foi usada para essas medidas, diluída em 5 vezes, ou seja, com 0,1mg proteína/ml. A solução foi colocada em lâminas de Newbouwer e observada por microscópio ótico acoplado a um analisador de imagens (Axion Vision – Carl Zeiss). O aumento da objetiva foi de 20 vezes, e as medidas de área, com média de 38 miofibrilas por animal em um total de 3 cordeiros por tratamento.

O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 x 3, sendo dois níveis nutricionais da ovelha antes do parto, 2 idades à desmama (45 e 60 dias) e 3 sistemas de terminação (confinado com dieta completa ou feno), e em pasto.

Todos os dados foram analisados pelo procedimento GLM do SAS (SAS, 1989). Para os valores de pH e temperatura foram utilizadas parcelas subdividas no tempo. O peso de fazenda e a idade ao abate foram usados como covariável das medidas estudadas. Para as análises de medida do mesmo animal e repetida no tempo, como as análises de índice de fragmentação miofibrilar, medidas de miofibrila e frequência de fibra muscular foram analisadas com o recurso do Split Plot. As médias foram comparadas pelo teste de t.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Morfologia da fibra muscular

Os parâmetros usados para determinar o momento do abate foram o peso vivo de 30 kg ou 150 dias de idade. A idade ($P < 0,0001$) e o peso ($P < 0,0001$) foram influenciados pelo sistema de terminação e pelo nível nutricional dos cordeiros, ou seja, pelo confinamento (dieta completa ou feno) e pasto (Tabela 2). Os cordeiros confinados alimentados somente com feno, atingiram 150 dias de idade com média de peso vivo de 25,37 kg. Os cordeiros do confinamento alimentados com dieta completa e os mantidos no pasto atingiram o peso de 30 kg antes de 120 dias de idade.

Tabela 2. Valores médios da idade e do peso ao abate dos cordeiros terminados em confinamento (dieta completa ou feno) ou pasto.

Terminação	Idade ao abate (dias)	ep	Peso ao abate (kg)	ep
Dieta completa	109,39 A	2,89	32,48 A	0,52
Feno	150,58 B	3,05	25,37 B	0,56
Pasto	119,58 A	4,13	30,24 A	0,75

Médias com letras distintas nas colunas diferem entre si.

As freqüências das fibras musculares do *longissimus dorsi* não tiveram diferença estatística entre os tratamentos estudados (efeito da nutrição antes do parto, idade à desmama e o sistema de terminação dos cordeiros, $P < 0,0979$). Mas diferente ($P < 0,0001$) entre os tipos de fibras musculares, sendo menos freqüentes as fibras SO, seguidas pelo FOG e FG, como está descrito na Tabela 3.

As fibras musculares de contração lenta e oxidativa pode ser conhecida como fibras SO, Tipo I ou β R. As fibras de contração rápida e oxidativa glicolítica pode ser denominada de fibras FOG, Tipo II A ou α R, e as fibras de contração rápida e glicolítica são conhecidas como fibras FG, Tipo II B ou α W (Lefaucheur e Gerrard, 1998).

De modo geral as fibras apresentaram aspecto poligonal, com endomísio evidente (Figuras 2 a 11). A área ($P < 0,0001$) das fibras do *longissimus dorsi*, pela análise de HE, foram menores para os cordeiros alimentados com feno e iguais entre os cordeiros alimentados com dieta completa e pasto (Tabela 4). Pelas imagens do HE observa-se atrofia das fibras dos cordeiros alimentados com feno (Figuras 2 a 5).

Tabela 3. Valores médios e o erro padrão da frequência da fibra muscular, obtida pela análise de ATPase para carne de cordeiros.

FIBRA	FREQÜÊNCIA (%)	ep
SO	9,77 A	0,96
FOG	35,01 B	0,96
FG	55,21 C	0,96

Médias com letras distintas nas colunas diferem entre si.

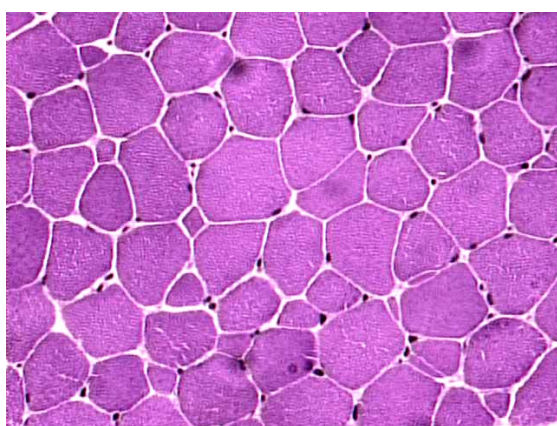


Figura 2. HE do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros terminados no confinamento com dieta completa.

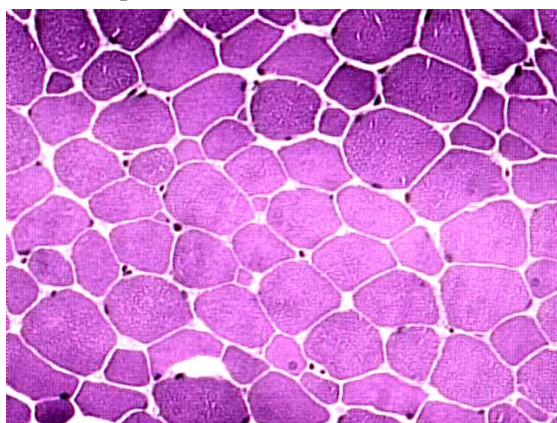


Figura 3. HE do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros terminados no pasto.

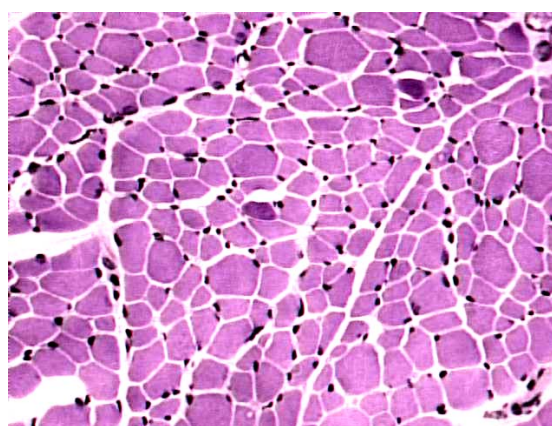


Figura 4. HE do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros desmamados com 45 dias e terminados no confinamento com feno.

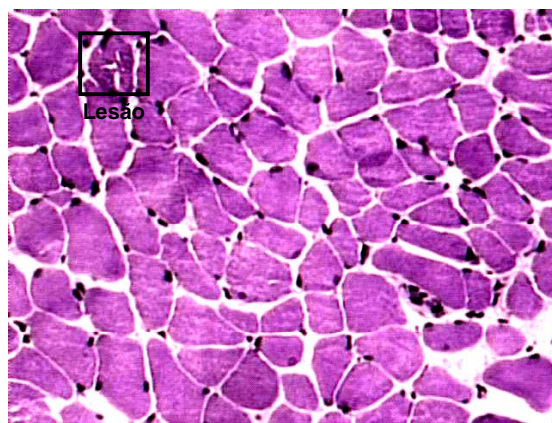


Figura 5. HE do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros desmamados com 60 dias e terminados no confinamento com feno.

As imagens foram obtidas com o uso de aumento na objetiva de 40x

Pela técnica de ATPase alcalina as medidas de área ($P < 0,001$, Tabela 4) foram afetados pelo sistema de terminação dos cordeiros, com valores menores para os alimentados somente com feno para as fibras SO, FOG e FG (figuras 6, 7 e 8). A análise de ATPase ácida não foi possível por não diferenciar as três fibras encontradas pela alcalina.

Tabela 4. Valores médios e o erro padrão da área (μm) das fibras musculares, obtida pela análise de HE e ATPase para carne de cordeiros terminados em confinamento (dieta completa ou feno) ou pasto.

Área (μm) – ATPase				
	HE	SO	FOG	FG
Dieta completa	948,10 A	1142,77 Ax	755,37 Ay	1038,94 Ax
Feno	643,40 B	736,96 Bx	475,69 By	591,51 Bxy
Pasto	963,80 A	980,84 Axy	778,46 Ay	1123,85 Ax

Médias com letras maiúsculas distintas na coluna e minúscula na linha diferem entre si.

A restrição alimentar materna no pré parto não influenciou a frequência e o tamanho das fibras musculares de cordeiros, assim como foi descrito por Krausgril et al. (1999). Provavelmente, o organismo do descendente, no período pós natal, recupere qualquer deficiência causada pela dieta materna, ou ainda, como foi discutido por Du et al. (2004), sobre restrição alimentar com vacas, o organismo materno desenvolve meios para defender o feto a ponto da mãe poder perder tecido muscular para preservá-lo.

A nutrição pós natal, no entanto, pode alterar as fibras musculares, como se observa com os resultados deste experimento. A redução do diâmetro das fibras é uma adaptação do músculo, em decorrência de algumas situações como acontece em exercícios físicos de resistência, desnervação e restrição alimentar (Macedo, 2000). A dieta do feno, por ter sido inferior nutricionalmente, diminuiu o tamanho das fibras SO, FOG e FG dos cordeiros, a ponto de perceber certo enfraquecimento deste tecido, com o aparecimento de algumas lesões, caracterizado como atrofia muscular (Figura 4). Ou ainda, o fato dos cordeiros alimentados com feno serem mais leves (Tabela 2), portanto menores, pode resultar em menor área e diâmetro das fibras musculares.

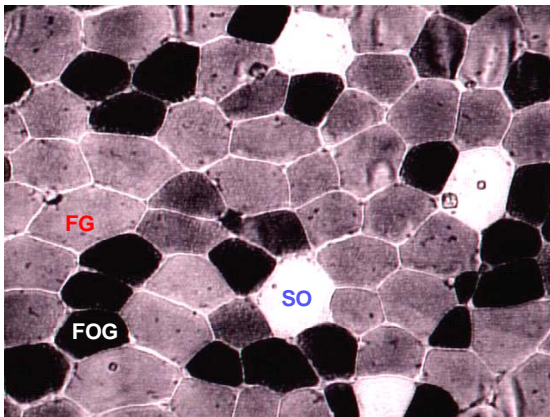


Figura 6. AIPase alcalina do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros terminados no confinamento com dieta completa.

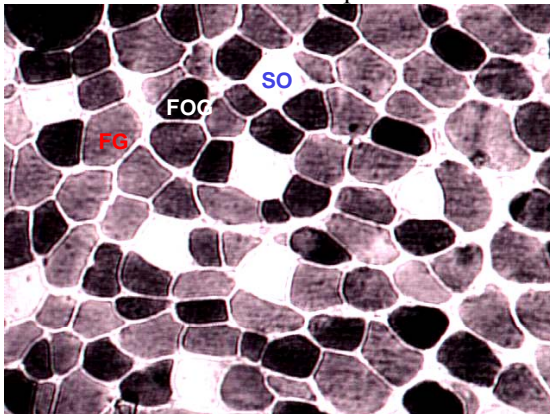


Figura 7. AIPase alcalina do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros terminados no confinamento com feno.

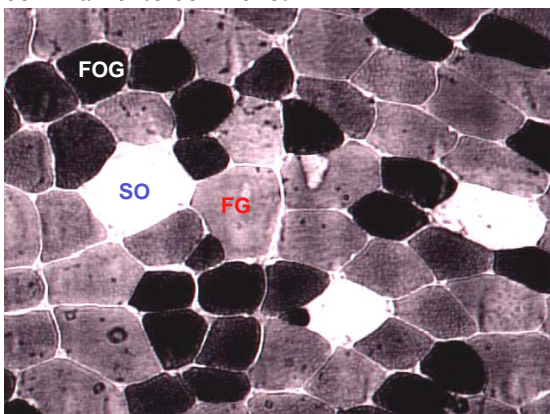


Figura 8. AIPase alcalina do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros terminados no pasto.

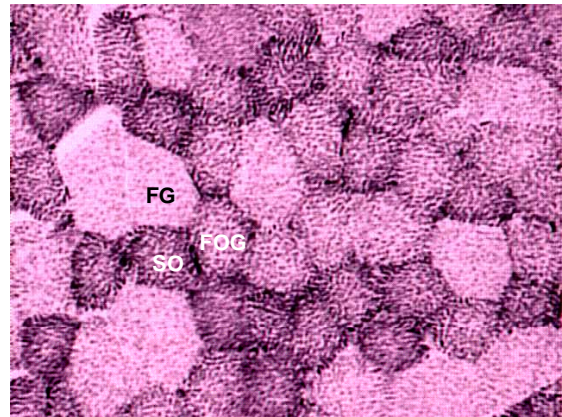


Figura 9. NADH do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros terminados no confinamento com dieta completa.

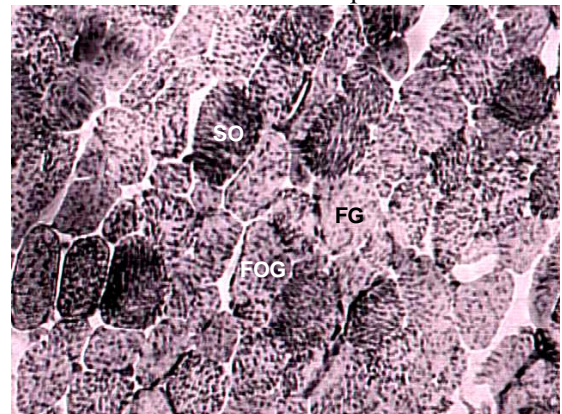


Figura 10. NADH do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros terminados no confinamento com feno.

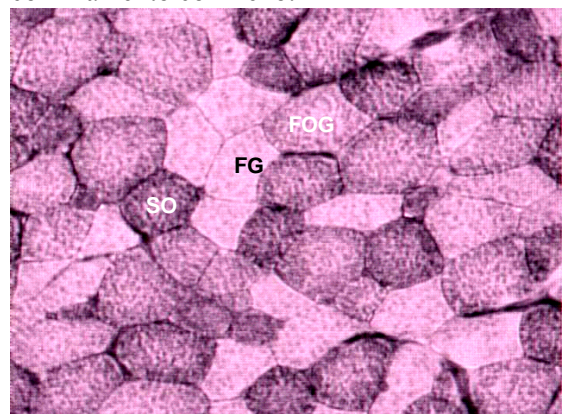


Figura 11. NADH do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros terminados no pasto.

Não houve efeito do sistema de terminação (pasto ou confinamento) entre os cordeiros terminados com dieta completa e terminados no pasto para a frequência das fibras musculares ou mesmo o tamanho delas, assim como observado por Macedo et al. (2000), que justificaram os resultados pela baixa declividade do pasto e abundância de forragem, sem necessidade do cordeiro andar muito para buscar alimento. Na Fazenda Palmeira da Serra, onde os cordeiros permaneceram no pasto, a declividade do terreno era praticamente nula, os piquetes não tinham área extensa e quando a disponibilidade de forragem diminuía fazia-se rotação; portanto, provavelmente foram estes os motivos para não se ter encontrado diferenças entre esses cordeiros.

3.2 pH e temperatura

Os valores de pH (Tabela 5) e temperatura (°C, Tabela 6) do músculo *longissimus dorsi* foram influenciados ($P < 0,0001$) pela interação entre o nível nutricional da ovelha, idade à desmama e o sistema de terminação de cordeiros. As covariáveis idade e peso ao abate não foram significativas.

A restrição alimentar influenciou o pH, no entanto, Krausgrill et al. (1999) não observou este efeito, mas afirma que o tratamento materno alterou a fibra muscular, com correlação positiva das fibras β com o pH. De forma geral, os cordeiros do tratamento de feno foram os que apresentaram maiores valores de pH quando comparados com os demais, que foram semelhantes entre si. Os cordeiros terminados com feno tiveram menor área de fibras musculares que pode ter afetado o pH da carne.

No trabalho de Velasco et al. (2004) os cordeiros desmamados tiveram menor ganho de peso e apresentaram maior valor de pH, assim como se observou com os cordeiros terminados no confinamento alimentados somente com feno, deste trabalho.

Os cordeiros da dieta com feno tinham menor espessura de gordura (Tabela 7) e menor tamanho do músculo, fatos que provavelmente afetou a queda do pH e a temperatura da carcaça. Outra hipótese, e que esses cordeiros podiam apresentar baixa reserva de glicogênio muscular devido à própria reserva corporal limitada (Petrick e Rowe, 1996), que resultou em valores mais altos de pH (em torno de 5,90), enquanto os demais cordeiros tiveram em média pH final 5,70.

Tabela 5. Valores médios e o erro padrão do pH, no período de 24 horas *post - mortem*, da carne de cordeiros filhos de ovelhas não suplementadas (NS) e suplementadas (SUPL) antes do parto, desmamados com 45 ou 60 dias de idade e terminados em confinamento (dieta completa ou feno) ou pasto.

<i>pH</i>			HORA				
			0	4	8	12	24
NS	45 dias	D. Compl	7,00 ± 0,02 A v	6,59 ± 0,03 B w	5,97 ± 0,03 C x	5,68 ± 0,02 D y	5,50 ± 0,03 D z
	60 dias		6,97 ± 0,04 AB v	6,59 ± 0,03 B w	5,87 ± 0,03 D x	5,92 ± 0,04 C x	5,51 ± 0,04 D y
	45 dias	Feno	6,94 ± 0,03 AB v	6,60 ± 0,03 B w	6,00 ± 0,03 C x	6,05 ± 0,03 B x	5,90 ± 0,03 A y
	60 dias		7,01 ± 0,03 A v	6,73 ± 0,03 A w	6,11 ± 0,03 BC x	5,77 ± 0,04 D y	5,74 ± 0,04 BC y
	45 dias	Pasto	7,01 ± 0,04 A v	6,42 ± 0,05 CD w	5,79 ± 0,04 D x	5,69 ± 0,03 D x	5,43 ± 0,04 D y
	60 dias		6,92 ± 0,04 AB v	6,37 ± 0,04 CD w	5,84 ± 0,04 D x	5,68 ± 0,03 D y	5,46 ± 0,04 D z
Supl	45 dias	D. Compl	6,79 ± 0,03 B v	6,34 ± 0,03 D w	6,02 ± 0,04 C x	5,96 ± 0,04 BC x	5,72 ± 0,04 BC y
	60 dias		6,93 ± 0,02 AB v	6,44 ± 0,02 C w	5,96 ± 0,02 C x	5,69 ± 0,03 D y	5,64 ± 0,03 C y
	45 dias	Feno	6,97 ± 0,04 AB v	6,59 ± 0,03 B w	6,14 ± 0,03 B x	6,03 ± 0,03 B y	5,92 ± 0,03 A z
	60 dias		7,05 ± 0,05 A v	6,77 ± 0,03 A w	6,45 ± 0,03 A x	6,18 ± 0,03 A y	5,91 ± 0,03 A z
	45 dias	Pasto	6,85 ± 0,05 B v	6,38 ± 0,05 CD w	6,06 ± 0,05 BC x	5,70 ± 0,05 D y	5,76 ± 0,05 BC y
	60 dias		6,97 ± 0,05 AB v	6,37 ± 0,04 CD w	6,04 ± 0,04 C x	5,76 ± 0,03 D y	5,77 ± 0,04 B z

Médias com letras maiúsculas distintas na coluna e minúscula na linha diferem entre si.

Tabela 6. Valores médios e o erro padrão da temperatura, no período de 24 horas *post - mortem*, da carne de cordeiros filhos de ovelhas não suplementadas (NS) e suplementadas (SUPL) antes do parto, desmamados com 45 ou 60 dias de idade e terminados em confinamento (dieta completa ou feno) ou pasto.

TEMPERATURA (°C)		HORA					
		0	4	8	12	24	
NS	45 dias	D. Compl	36,06 ± 0,3 AB v	10,13 ± 0,3 D w	7,43 ± 0,3 B x	7,65 ± 0,3 B x	6,70 ± 0,3 B x
	60 dias		36,22 ± 0,5 AB v	12,35 ± 0,4 C w	10,30 ± 0,4 A x	7,07 ± 0,5 BC y	8,56 ± 0,5 C y
	45 dias	Feno	37,00 ± 0,4 A v	12,00 ± 0,4 C w	9,00 ± 0,4 AB x	7,00 ± 0,4 BC y	5,00 ± 0,4 DE z
	60 dias		31,13 ± 0,5 C v	9,67 ± 0,4 DE w	5,99 ± 0,4 C x	5,77 ± 0,5 C x	4,89 ± 0,5 DE x
	45 dias	Pasto	37,25 ± 0,5 A v	13,80 ± 0,6 BC w	8,22 ± 0,5 B x	8,48 ± 0,5 AB x	7,92 ± 0,5 AB x
	60 dias		35,25 ± 0,5 B v	12,48 ± 0,5 C w	9,00 ± 0,5 AB x	8,86 ± 0,5 AB x	7,86 ± 0,5 AB x
Supl	45 dias	D. Compl	35,88 ± 0,7 AB v	8,02 ± 0,4 E w	6,04 ± 0,5 C x	4,24 ± 0,6 C y	3,94 ± 0,6 E y
	60 dias		36,63 ± 0,4 AB v	12,10 ± 0,4 C w	7,54 ± 0,4 B x	7,52 ± 0,4 B x	6,51 ± 0,4 B x
	45 dias	Feno	35,30 ± 0,6 B v	10,23 ± 0,4 D w	6,27 ± 0,4 C x	7,62 ± 0,3 B x	6,70 ± 0,4 B x
	60 dias		35,32 ± 0,7 B v	10,46 ± 0,4 D w	6,98 ± 0,3 BC x	7,11 ± 0,3 B x	5,61 ± 0,3 D y
	45 dias	Pasto	36,81 ± 0,6 AB v	18,21 ± 0,6 A w	10,30 ± 0,6 A x	9,25 ± 0,6 A xy	8,35 ± 0,6 A y
	60 dias		36,60 ± 0,9 AB v	14,47 ± 0,7 B w	7,87 ± 0,6 B y	9,70 ± 0,6 A x	8,35 ± 0,6 A xy

Médias com letras maiúsculas distintas na coluna e minúscula na linha diferem entre si.

Tabela 7. Valores médios e o erro padrão da espessura de gordura (EG) e área de olho de lombo (AOL) da carne de cordeiros terminados em confinamento (dieta completa ou feno) ou pasto.

Terminação	EG (mm)	ep	AOL (cm ²)	ep
Dieta completa	1,69 A	0,08	14,99 A	0,79
Feno	0,78 C	0,78	8,85 B	0,83
Pasto	1,25 B	1,25	15,31 A	1,13

Médias com letras distintas nas colunas diferem entre si.

A fina espessura de gordura e o menor tamanho do músculo (área de olho de lombo) dos cordeiros terminados somente com feno deixaram as carcaças mais expostas à temperatura de resfriamento da câmara fria; por isso tiveram menores temperaturas. Ao contrário, o maior tamanho da área de olho de lombo, associado à espessura de gordura para os cordeiros do pasto, pode ter influenciado a pequena queda da temperatura do músculo *longissimus dorsi*. A baixa temperatura de resfriamento, além de poder causar o encurtamento das fibras musculares pelo frio, pode aumentar a perda de água por resfriamento, diminuindo o rendimento da carcaça, e alterar a cor da carne, deixando-a mais escura e, como consequência pode provocar a rejeição deste produto pelo consumidor.

De acordo com os resultados, McGeehim et al. (2001), Velasco et al. (2004) e Immonen et al (2000) o valor de pH e maior para animais com menor espessura de gordura e menor quantidade de glicogênio residual, o que vai de acordo com a explicação dada para os cordeiros alimentados com feno, que foi discutido anteriormente. Díaz et al. (2002), no entanto, não encontraram diferença no pH entre cordeiros terminados no confinamento ou no pasto, assim como neste experimento entre os cordeiros confinados recebendo dieta completa e terminados no pasto. Conclui-se que o estado nutricional do animal, afeta a quantidade de glicogênio muscular e a queda do pH, assim como a temperatura da carcaça (controlada de forma indireta pela espessura de gordura).

3.3 Cor

O teor de luminosidade, L ($P < 0,0155$); vermelho, a^* ($P < 0,0001$) e amarelo, b^* ($P < 0,0001$) foram influenciados pelo sistema de terminação dos cordeiros (Tabela 8). Para todas as coordenadas de cor (L, a^* , b^*) os cordeiros confinados e alimentados somente com feno tiveram valores mais baixos em comparação com os cordeiros confinados e terminados com dieta completa e os cordeiros do pasto, que não diferiram entre si.

Os valores de L encontrados foram menores do que os descritos por diversos autores, como por exemplo, Sañudo et al. (1996); Geesink et al. (2000) e Russo et al (2003). O baixo valor encontrado pode ser devido à metodologia empregada, em que a carne foi congelada e

depois de 6 meses foi descongelada e feita a leitura de cor. Como se observa nos valores de L que diminuiu de 41,6 para 36,8 nas leituras feitas com 24 h e 14 dias “pos – mortem” por Sañudo et al. (2000) e pode-se concluir que o baixo valor de L pode realmente ser devido ao tempo de armazenamento da carne.

Tabela 8. Valores médios da cor da carne para os parâmetros de luminosidade (L), teor de vermelho (a*) e teor de amarelo (b*) de cordeiros terminados no confinamento (dieta completa e feno) ou no pasto.

	L		a*		b*				
	ep	ep	ep	ep	ep	ep			
D. completa	43,30	A	0,2	11,93	A	0,2	4,21	A	0,1
Feno	42,36	B	0,2	10,96	B	0,2	3,06	B	0,1
Pasto	43,04	A	0,2	11,95	A	0,1	4,44	A	0,1

Médias com letras distintas nas colunas diferem entre si.

O estado físico da carne está intimamente relacionado com o pH. Em carnes com pH alto a coloração é mais escura devido a maior absorção da luz (fibras inchadas pela água retida) e uma coloração mais clara pelo efeito contrário nas carnes com pH baixo. Além disso, com pH alto há um aumento na atividade de citocromo oxidase que reduz as possibilidades de captação de oxigênio e, portanto, há um predomínio da mioglobina de cor vermelho púrpura (Osório et al, 1998). Pode-se relacionar esses conceitos com o valor de pH e cor apresentados pelos cordeiros terminados somente com feno. Esses cordeiros tiveram maior valor de pH e menor de L. No entanto, também apresentaram menores teores de a* e b* comparado com os demais cordeiros. Bonagurio (2001) observou que com o aumento do peso de abate o teor de vermelho aumentou. E Sañudo et al. (1996) observaram a mesma tendência para a* e b*. A Tabela 2 mostra que os cordeiros terminados com feno foram abatidos mais leves, o que pode ter influenciado os teores de a* e b*. Cordeiros confinados com dieta completa ou somente forragem não tiveram valores de L a* b* diferentes no trabalho de Zapata et al. (2000), que também não encontraram diferença nos valores de pH.

No entanto, Díaz et al. (2002) compararam cordeiros terminados no pasto e confinados e os valores de L e b* foram maiores para os terminados no pasto. O teor de vermelho não foi significativo, apesar dos autores justificarem que a cor da carne de cordeiros terminados no pasto é mais escura devido a maior concentração de pigmentos heme no músculo, decorrente de exercícios do pastejo. Velasco et al. (2004) afirmaram que cordeiros terminados no pasto têm a carne mais escura do que animais do confinamento devido à ingestão de forragem. Os exercício físicos causam modulação das fibras musculares, com um aumento na quantidade de fibras SO, com maior teor de pigmento heme, por isso a carne fica mais escura (Lefaucherur e Gerrard,

1998). Nos trabalhos citados (Díaz et al., 2002 e Velasco et al., 2004) os autores descreveram diferença no desempenho dos animais confinados com dieta completa e pasto, o que não ocorreu neste experimento como se observa na Tabela 2. Somente os cordeiros alimentados com feno tiveram pior desempenho e isso resultou em alteração no pH (maior valor) e, conseqüentemente, alteração na cor da carne.

3.4 Perda de peso por cozimento

A capacidade de retenção de água (CRA) do músculo *longissimus lumbarum* foi avaliada pela perda de peso por cozimento (PPC). Essa medida foi influenciada pelo sistema de terminação ($P=0,016$), tendo os cordeiros do confinamento, alimentados somente com feno, maior valor de PPC (Tabela 9).

No trabalho de Immonen et al. (2000) com carne bovina, foi observado que animais com maior reserva de glicogênio muscular tiveram menor valor de pH. No entanto, a perda de peso por cozimento não foi significativa, não tendo sido afetada pelo pH. Aalhus et al. (1991) descreveram que não houve diferença na CRA entre cordeiros controle e submetidos a exercícios físicos, como nos tratamentos dos cordeiros confinados com dieta completa e terminados no pasto.

A baixa temperatura de resfriamento aplicada às carcaças com escassa cobertura de gordura é prejudicial. A gordura protege de forma indireta a carcaça dos efeitos negativos da baixa temperatura de resfriamento e congelamento, evitando a perda excessiva de água pela formação de cristais de gelo dentro das células. Esses cristais causam lesões celulares no momento de descongelar e cozinhar a carne, aumentando a perda de água, além de outros nutrientes como proteínas, minerais e vitaminas (Sañudo et al., 2000).

Tabela 9. Valores médios e o erro padrão da perda de peso por cocção (PPC) da carne de cordeiros terminados em confinamento (dieta completa ou feno) ou pasto.

	PPC (%)	ep
Dieta completa	32,23 A	0,78
Feno	36,82 B	0,94
Pasto	32,90 A	1,04

Médias com letras distintas nas colunas diferem entre si.

Assim, o fator que realmente pode ter alterado a PPC foi à espessura de gordura e área de olho de lombo dos cordeiros. Como também observado por Bonagurio (2001) que encontrou maior PPC para cordeiros abatidos com menor peso vivo e também menor espessura de gordura, assim como Vergara et al. (1999) e Russo et al. (2003) para outras análises de CRA. Acredita-se

que o músculo do cordeiro alimentado somente com feno era mais frágil, e teve maior formação de cristais de gelo em suas células, e assim no processo de cozimento houve ruptura celular e excesso de perda de líquidos, ou seja, maior PPC.

Cordeiros terminados no confinamento ou no pasto, com diferentes dietas, não tiveram a CRA alterada, como foi observado nos trabalhos de Russo et al. (1999), Zapata et al. (2000) e Velasco et al. (2004). No entanto, cordeiros alimentados com feno tiveram a carne mais exudativa do que os que receberam outro tipo de forrageira, provavelmente, devido à menor quantidade de gordura (Osório et al., 1998).

3.5 Maciez

O valor da força de cisalhamento não foi afetado pelos tratamentos estudados, ou seja, não houve efeito da nutrição da ovelha antes do parto, da idade à desmama e do sistema de terminação do cordeiro, como se observa na Tabela 10. O valor médio da força de cisalhamento foi de 2,00 kgf. O pH e a temperatura da carcaça são responsáveis pela intensidade das ligações de actina e miosina, assim como a atividade das enzimas proteolíticas, calpaína e calpastatina (Sainz, 1996; Boehm et al., 1998). A perda excessiva de água também diminui a maciez da carne. No entanto, a perda de umidade do *longissimus* e a baixa temperatura da carcaça quando o pH ainda se encontrava acima de 6,0, não influenciaram a força de cisalhamento, já que os valores encontrados foram baixos.

Tabela 10. Valores médios e o erro padrão da força de cisalhamento (kgf) da carne de cordeiros filhos de ovelhas não suplementadas (NS) e suplementadas (SUPL) antes do parto, desmamados com 45 ou 60 dias de idade e terminados em confinamento (dieta completa ou feno) ou pasto.

Força de cisalhamento (kgf)				
Ovelha	Desmama	Dieta completa	Feno	Pasto
NS	45 dias	2,27 ± 0,05	2,23 ± 0,06	2,15 ± 0,08
	60 dias	2,14 ± 0,06	2,15 ± 0,06	2,32 ± 0,08
SUPL	45 dias	2,23 ± 0,06	2,29 ± 0,07	2,27 ± 0,09
	60 dias	2,04 ± 0,05	2,15 ± 0,06	2,25 ± 0,08

Krausgrill et al. (1998) e Du et al. (2004), com o objetivo de elucidar o efeito da restrição alimentar sobre a atividade da calpaína e calpastatina no músculo esquelético de vacas e fetos, concluíram que a calpastatina foi pouco regulada no músculo esquelético de vacas com restrição alimentar, mas muito regulada no músculo de seus fetos. Isso implica que o sistema de calpaína pode ter um importante papel no controle do crescimento muscular e degradação. Não

esta claro quais mecanismos estão associados com este diferencial da expressão da calpastatina, mas pode ser um mecanismo de proteção para resultar na sobrevivência do feto durante o período de restrição alimentar. De qualquer forma, esses artigos sobre restrição alimentar materna mostra pouca influencia sobre a qualidade da carne dos filhotes, assim como foi observado neste experimento.

A desmama teve pouca influencia sobre a força de cisalhamento da carne (Vergara e Gallego, 1999). E Vergara et al. (1999) estudaram a diferença de peso ao abate (21,68 e 27,77 kg) para cordeiros confinados e não encontraram diferença na força de cisalhamento, assim como neste experimento entre os cordeiros confinados com dieta completa e somente feno (Tabela 8).

Os cordeiros terminados no pasto não tiveram carne mais dura comparado aos cordeiros confinados. Há uma idéia popular de que cordeiros que fazem exercícios (como o pastejo, por exemplo) têm a carne mais dura, mas Aalhus et al. (1991) observaram o contrário. O equívoco esta relacionado com a associação de idéias de que os animais terminados no pasto são abatidos velhos, que leva a alteração do colágeno oriundo de músculo extremamente usado, como adaptação fisiológica à locomoção relativa aos pastejo. No entanto, Aalhus et al. (1991) encontraram nível reduzido de colágeno e um aumento no nível de proteínas miofibrilares por grama de músculo, o que contribuiu para maior maciez. A queda na proporção de colágeno no músculo em exercício tem sido atribuída a uma diluição simples do tecido conjuntivo, resultado de um aumento na hipertrofia das fibras musculares.

O índice de fragmentação miofibrilar (MFI) foi diferente entre os dias de maturação (Tabela 11).

Tabela 11. Valores médios e o erro padrão do índice de fragmentação miofibrilar (MFI), dos músculos *longissimus dorsi* (LD) e *infra espinhal* (IF), retirados no dia do abate (dia 0) e nos dias 3 e 7 de maturação.

Índice de Fragmentação Miofibrilar				
DIA	LD	ep	IF	ep
0	27,94 A	0,43	30,90 A	0,31
3	31,32 B	0,44	32,93 B	0,31
7	31,22 B	0,43	35,37 C	0,31

Médias com letras distintas nas colunas diferem entre si.

Ao fazer o desdobramento dos tratamentos dentro de cada tempo de maturação, observou-se que o músculo *longissimus dorsi* apresentou uma diferença no sétimo dia de maturação (P=0,0023) entre os sistemas de terminação dos cordeiros e para os demais dias (dia

do abate e no terceiro dia) não houve diferença significativa (Tabela 12). Os cordeiros terminados com feno apresentaram menor valor, o que representa dizer que houve uma menor degradação da fibra. Os músculos dos cordeiros da dieta completa e do pasto tiveram maior valor de MFI e com isso maior degradação da miofibrila.

Tabela 12. Valores médios e o erro padrão do índice de fragmentação miofibrilar (MFI), do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros terminados em confinamento (dieta completa ou feno) ou pasto. Amostras retiradas no dia do abate (dia 0) e nos dias 3 e 7 de maturação.

MFI	Dia de Maturação		
	DIA 0	DIA 3	DIA 7
Terminação			
Dieta completa	27,41 ± 0,76	31,54 ± 0,62	31,19 ± 0,82 AB
Feno	26,97 ± 0,74	30,25 ± 0,62	29,57 ± 0,95 A
Pasto	30,06 ± 0,81	31,41 ± 0,66	33,36 ± 0,65 B

Médias com letras distintas nas colunas diferem entre si.

No músculo *infra espinhal*, ao fazer o desdobramento dos tratamentos em cada dia de maturação, observou-se um efeito significativo do sistema de terminação dos cordeiros no dia 0 ($P=0,0002$), como mostra a Tabela 13. No terceiro dia de maturação houve interação da idade à desmama e o sistema de terminação dos cordeiros ($P<0,0001$, Tabela 13). Para o sétimo dia de maturação não houve efeito dos tratamentos.

Tabela 13. Valores médios e o erro padrão do índice de fragmentação miofibrilar do músculo *infra espinhal* no dia do abate (dia 0) de cordeiros terminados em confinamento (dieta completa ou feno) e pasto.

Índice de fragmentação miofibrilar – <i>infra espinhal</i>			
Dia 3			
Terminação	DIA 0	45 dias	60 dias
Dieta completa	30,08 ± 0,74 A	32,66 ± 0,66	36,00 ± 0,64 B
Feno	29,75 ± 0,74 A	32,66 ± 0,66	30,33 ± 0,66 A
Pasto	32,87 ± 0,83 B	31,25 ± 0,81	34,66 ± 0,66 A

Médias com letras distintas nas colunas diferem entre si.

Os cordeiros do pasto apresentaram maior índice de fragmentação miofibrilar, para o músculo *infra espinhal* do dia do abate, comparados aos demais, semelhante ao ocorrido com o músculo *longissimus dorsi* no sétimo dia de maturação. Ao analisar o nível nutricional dos cordeiros desmamados com 60 dias, das amostras com 3 dias de maturação, nota-se que os animais alimentados somente com feno tiveram o menor índice, e está de acordo com o

observado para o músculo *longissimus dorsi* (Tabela 12 e 13). Isso indica que cordeiros terminados com feno tiveram menor degradação das fibras musculares e os cordeiros do pasto maior degradação.

O valor numérico do MFI está muito abaixo do padrão considerado normal. Os valores de MFI variam de 30 a 90, com amostras do dia do abate e com 15 dias de maturação, respectivamente (Veiseth et al., 2001). Houve um problema na metodologia, por esse motivo foram feitas às medidas das miofibrilas com a intenção de identificar se houve degradação das miofibrilas ao longo dos dias de maturação e diferenças entre os tratamentos.

A área das miofibrilas do músculo *longissimus dorsi* não diferiram entre os sistemas de terminação dos cordeiros ($P = 0,4646$) e também entre os dias de maturação da carne ($P = 0,5745$; Tabela 14 e 15). Isso se deve, provavelmente, ao valor alto do erro padrão e dos coeficientes de variação da área. Ao observar as imagens das lâminas do músculo *longissimus dorsi*, nota-se uma falta de uniformidade das estruturas (Figuras 12 a 14).

Tabela 14. Valores médios e erro padrão da área e do comprimento da miofibrila do músculo *longissimus dorsi* e *Infra espinhal* de cordeiros terminados no confinamento (dieta completa e feno) ou pasto.

MIOFIBRILA – ÁREA		
TERMINAÇÃO	<i>Longissimus dorsi</i>	<i>Infra espinhal</i>
Dieta completa	2.146,10 ± 428,13	3.469,83 ± 597,09
Feno	1.358,27 ± 451,28	2.628,05 ± 611,17
Pasto	1.761,38 ± 424,14	4.264,00 ± 542,70

Apesar de não haver diferença significativa, o valor absoluto da área das miofibrilas foram menores para os dias de maturação 3 e 7 no músculo *longissimus dorsi*, comparado com as amostras do dia do abate. Essa tendência de maior degradação foi captada pelos valores de MFI como está descrito na Tabela 11. Os cordeiros alimentados com feno tiveram valores absolutos de área das miofibrilas menores em relação aos outros cordeiros, que pode ser decorrente do tamanho de fibra muscular menor desses cordeiros, como foi discutido no item sobre fibra muscular.

Para o músculo *infra espinhal* a diferença foi mais nítida em relação aos dias de maturação (Tabela 14), com diminuição da área com o aumento dos dias após o abate, similar ao valor de MFI (Tabela 11). Os valores de MFI dos cordeiros terminados no pasto, para as amostras do dia do abate foram maiores comparados com os outros cordeiros, no entanto, observa-se que o valor absoluto das medidas das miofibrilas também foi maior em relação aos

outros cordeiros, o que não era esperado. As imagens das miofibrilas do músculo *infra espinhal* se encontram nas Figuras 15, 16 e 17.

A degradação da miofibrila do músculo bovino aumentou com o passar do tempo de maturação, como foi descrito por Boehm et al. (1998), devido a ação da enzima proteolítica calpaína. Portanto, o aumento da maciez na maturação da carne se deve, em parte, a mudanças na propriedade miofibrilar. O arranjo das miofibrilas é pouco afetado nas amostras após o abate, mas com o passar do tempo de maturação o arranjo começa a se desfazer.

Tabela 15. Valores médios e o erro padrão da área e do comprimento da miofibrila do músculo *longissimus dorsi* e *Infra espinhal* de cordeiros no dia do abate (dia 0) e nos dias 3 e 7 de maturação.

MIOFIBRILA – ÁREA		
DIA	<i>Longissimus dorsi</i>	<i>Infra espinhal</i>
0	2.119,19 ± 439,86	4.223,31 A
3	1.480,03 ± 424,14	3.912,43 AB
7	1.666,53 ± 439,86	2.226,15 B

Médias com letras distintas na coluna diferem entre si.

Hopkins et al. (2000) descreveram uma outra forma de avaliação da miofibrila, que seria a homogeneização do músculo congelado com a solução tampão de MFI e a avaliação feita no microscópio através de contagens de sarcômeros. Uma modificação desta metodologia foi utilizada neste experimento, com medidas de área das miofibrilas. Os valores de MFI para amostras do dia 1 e 3 de maturação não foram diferentes no trabalho de Hopkins et al. (2000), mas o valor de MFI aumentou do dia 1 para o dia 7 de maturação no trabalho de Whipple e Koohmaraie (1992), assim como descrito neste experimento. No entanto, Veiseth et al. (2004) descreveram um aumento do MFI do dia do abate até 360 hs *pos morte*, com o aumento simultâneo da degradação da desmina e queda na atividade da calpaína e calpastatina.

Apesar de não ter havido diferença na frequência das fibras musculares neste estudo, os cordeiros terminados no confinamento com feno tiveram a menor área das fibras, por isso também menores medidas das miofibrilas. Apesar do tamanho reduzido isso não refletiu em maior degradação da miofibrila.

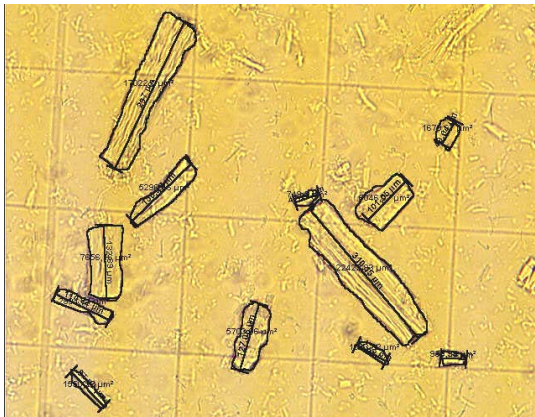


Figura 12. Medidas de área e comprimento de miofibrilas do músculo *longissimus dorsi* de amostra do dia de abate.

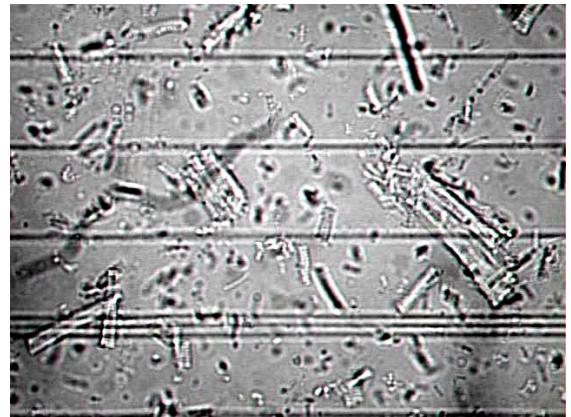


Figura 15. Miofibrilas do músculo *infra espinhal* de amostra do dia do abate.

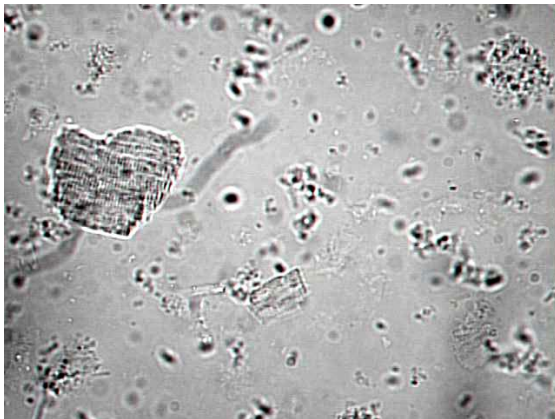


Figura 13. Miofibrilas do músculo *longissimus dorsi* de amostra do 3º dia de maturação.



Figura 16. Medidas de área e comprimento de miofibrilas do músculo *infra espinhal* de amostra do 3º dia de maturação.



Figura 14. Miofibrilas do músculo *longissimus dorsi* de amostra do 7º dia de maturação.



Figura 17. Miofibrilas do músculo *infra espinhal* de amostra do 7º dia de maturação.

4. CONCLUSÕES

A nutrição dos cordeiros teve grande impacto sobre a qualidade da carne. A dieta com feno proporcionou uma carne com menor área e diâmetro das fibras musculares, pH alto, cor mais escura da carne, maior perda de peso por cozimento, enfim, uma qualidade inferior. Os cordeiros do confinamento com dieta completa ou do pasto suplementado, abatidos com o mesmo peso vivo e idade, não tiveram diferenças na qualidade da carne para os parâmetros estudados.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AALHUS, J.L.; et al. Endurece-exercised growing sheep: II. Tenderness increase and change in meat quality. **Meat Science**, Barking, v.29, n.1, p.57-68, 1991.

ALCADE, M.J.; NEGUERUELA, A.I. The influence of final conditions on meat colour in light lamb carcasses. **Meat Science**, Barking, v.57, n.2, p.117-123, Feb. 2001.

BOEHM, M. L., et al. Changes in the calpains and calpastatin during postmortem storage of bovine muscle. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 2415 – 2434, 1998.

BONAGURIO, S. **Qualidade da carne de cordeiros Santa inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos**. Lavras, 2001, 150 p. Dissertação (mestrado), Universidade Federal de Lavras.

CANHOS, D.A.L.; DIAS, E.L. **Tecnologia de carne bovina e produtos derivados**. Fundação Tropical de Pesquisa e Tecnologia - FTPT. 1983. 440p.

CULLER R. D., et al. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. **Journal of Food Science**, v. 43, p. 1177, 1978.

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

DU, M., et al. Effect of nutrients on calpain and calpastatin content of skeletal muscle from cows and fetuses. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 2541 – 2547, 2004.

GEESINK, G. H.; BEKHIT, A. D.; BICKERSTAFFE, R. Rigor temperature and meat quality characteristics of lamb longissimus muscle. **Meat Science**, v. 78, p. 2842 - 2848, 2000.

GORDON, H. M.; WHITLOCK, H. V. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **J. Counc. Sci. Ind. Res.**, v. 12, p. 50-52, 1939.

GREENWOOD, P. L., et al. Effect of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep: II. Skeletal muscle growth and development. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 50 – 61, 2000.

HOPKINS, D. L., LITTLEFIELD, P. J., THOMPSON, J. M. A research note on factors affecting the determination of myofibrillar fragmentation. **Meat Science**, v. 56, p. 19 – 22, 2000.

IMMONEN, K.; RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Some effects of residual glycogen concentration on the physical and sensory quality of normal pH beef. **Meat Science**, Barking, v.55, n.1, p.33-38, Sept. 2000.

KRAUSGRILL, D.J.; et al. Effects of weight loss in ewes in early pregnancy on muscles and meat quality of lamb. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.132, n.2, p.103-166, Mar. 1999.

LEFAUCHEUR, L., GERRARD, P. Muscle fibre plasticity in farm mammals. **Proceeding of the American Society of Animal Science**, 1998. Internet.

MACEDO, R. M. G. **Características morfológicas e histoquímicas do tecido muscular esquelético de cordeiros Corriedale, puros e mestiços, durante o crescimento, terminados em pastagem ou confinamento**. Botucatu, Unesp, 2000. 120 p. (Tese – Doutorado em Ciências Biológicas - Zoologia).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient. Requeriments of sheep**. Washington: National Academy press, 1985. 99p.

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

RUSSO, C.; PREZIUSO, G.; VERITÀ, P. EU carcass classification system: carcass and meat quality in light lambs. **Meat Science**, v. 64, p. 411 – 416, 2003.

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

SAFARI, E.; et al. Diverse lamb genotypes. 3. Eating quality and the relationship between its objective measurement and sensory assessment. **Meat Science**, Barking, v.57, n.2, p.153-159, Feb. 2001.

SAINZ, R.D. Qualidade das Carcaças e da Carne Bovina. **In: Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas**. 27 a 30 de Outubro de 1996. Reprodução e Genética Aplicada aos Zebuínos. 2, 1996, Anais..., 1996, p.1.

SAÑUDO, C.; et al. Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in EU carcass classification system. **Meat Science**, Barking, v.56, n.1, p.89-94, Sept. 2000.

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

SAS procedures guide. Release 6. 3ed. Cary, 1686p., 1989.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2 ed. Ithaca and London: Cornell University Press, 1994. 476p.

VEISETH, E., et al. Factors regulationg lamb longissimus tenderness are affected by age at slaughter. **Meat Science**, v. 68, p. 635 – 640, 2004.

VEISETH, E., et al. Effect of postmortem storage on μ -calpain and m-calpain in ovine skeletal muscle. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 1502 – 1508, 2001.

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

VELASCO, S.; et al. Carcass and meat quality of Talaverana breed sucking lambs in relation to gender and slaughter weight. **Animal Science**, London, v.70, n.2, p.253-263, Apr. 2000.

VERGARA, H.; GALLEGO, L. Effect of type of suckling and length of lactation period on carcass and meat quality in intensive lamb production systems. **Meat Science**, Barking, v. 53, n.3, p.211-215, Nov. 1999.

VERGARA, H.; MOLINA, A.; GALLEGO, L. Influence of sex and slaughter weight on carcass and met quality in light and medium weight lambs produced in intensive systems. **Meat Science**, Barking, v.52, n.2, p.221-226, June 1999.

WHIPPLE, G. KOOHMARAIE, M. Effects of lamb age, muscle type, and 24 – hour activity of endogenous proteinases on postmortem proteolysis. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 798 – 804, 1992.

ZAPATA, J. F. F., et al. Estudo da qualidade da carne ovina do nordeste brasileiro: propriedades físicas e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 2, Campinas, maio / agosto, 2000.

CAPÍTULO 3

PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE DE CORDEIRO FILHOS DE MÃES SUPLEMENTADAS OU NÃO, DESMAMADOS COM 45 OU 60 DIAS DE IDADE E TERMINADOS NO CONFINAMENTO OU EM PASTO.

Resumo

O experimento teve como objetivo avaliar o efeito da suplementação da ovelha 30 dias antes do parto, a idade à desmama (45 ou 60 dias) de cordeiros machos e o sistema de terminação em confinamento (com dieta completa ou somente feno) e em pasto, sobre perfil de ácidos graxos do tecido muscular. As dietas fornecidas aos animais foram formuladas segundo as recomendações do NRC (1985). O perfil de ácidos graxos foi feito no músculo *Triceps brachii*. Os parâmetros de abate foram 30 kg de peso vivo ou 150 dias de idade. Os cordeiros terminados no confinamento, alimentados com feno, foram abatidos pela idade e os demais cordeiros pelo peso vivo. Os ácidos graxos C15:0, C16:0, C17:0, C16:1, C18:1 e C18:3 diferiram entre os sistemas de terminação dos cordeiros. Os cordeiros da dieta completa tiveram maiores valores de C16:0, C16:1 e C18:1, e os cordeiros alimentados com feno e do pasto maiores teores de C18:3. A dieta dos cordeiros alterou o perfil de ácidos graxos.

Palavras –chave: cordeiros, pasto, confinamento, ácidos graxos.

**FATTY ACID PROFILE OF MEAT FROM LAMBS BORN FROM SUPPLEMENTED
MOTHERS OR NOT, WEANED AT 45 OR 60 DAYS OLD AND TERMINATED IN
CONFINEMENT OR PASTURE**

Summary

The objective of this work was to evaluate the effect of sheep supplementation 30 days before parturition, age of male lambs at weaning (45 or 60 days old) and termination system in confinement (with full diet or hay only) and in pasture over the fatty acid profile of the muscle tissue. The diets provided to the animals were formulated as recommended by NRC (1985). The fatty acid profile was performed on *Triceps brachii* muscle. Slaughter parameters were 30 kg of live weight or 150 days old. Lambs terminated in confinement, fed with hay, were slaughtered by age and the remaining ones, by live weight. Fatty acids C15:0, C16:0, C17:0, C16:1, C18:1 and C18:3 were different between lambs termination systems. Lambs fed with full diet presented higher C16:0, C16:1 and C18:1 values and the ones fed with hay and grass presented higher C18:3 values. Lambs diet affected the fatty acid profile.

Key-words: lamb, confinement, grass, fatty acid.

1. INTRODUÇÃO

Os lipídios realizam muitas funções no corpo: por exemplo, algumas vitaminas lipossolúveis possuem funções reguladoras ou de coenzimas, e as prostaglandinas e hormônios esteróides desempenham importantes papéis no controle da homeostase do corpo. Não surpreende que as deficiências ou desequilíbrios do metabolismo de lipídios podem levar a alguns dos principais problemas clínicos encontrados pelos médicos, como por exemplo, a arteriosclerose e obesidade.

No princípio, a gordura era vista como fonte de energia para a alimentação humana. Mas depois de 1960 a gordura saturada foi associada com doenças coronárias e algumas formas de câncer. Com isso foi dado um incentivo para a seleção de animais, manejo e alimentação que diminuíssem a quantidade de gordura da carcaça dos animais, mas houve prejuízo na palatabilidade da carne (Cassens, 1999). No entanto, hoje já se tem conhecimento que, além dos ácidos graxos essenciais, existem alguns outros que são benéficos para a saúde, como o ácido linoléico conjugado, conhecido também pela sigla CLA, que tem ação anti-carcinogênica e anti-arterogênica, induz uma diminuição na gordura corporal e aumento do conteúdo protéico (Cassens, 1999). Há também os ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa n-3, principalmente os eicosapentanoico e docosa-hexanoico que previnem doenças coronárias (Cassens, 1999).

Há diferença na composição de ácidos graxos de cordeiros amamentando e desmamados (Bas e Morand-Fehr, 2000). A composição de ácidos graxos nos vários depósitos de gordura também variam de acordo com o comprimento da lactação e o consumo de alimento. A composição da gordura de cordeiros amamentados é a mesma do leite materno, mas pode ser modificada pelo consumo de alimento complementar (Velasco et al., 2004).

No estudo de Bas e Morand-Fehr (2000), os cordeiros que depois da desmama foram terminados no pasto tiveram maior porcentagem de C18:3. As dietas mais ricas em energia metabolizável apresentaram aumento da porcentagem de C16:0, C16:1, C15:0 e C17:0 com decréscimo de C18:0, C18:1 e C18:2. Dietas mais protéicas são pobres em C16:0 e C18:0 e ricas em C16:1, C18:1 e C18:3. Dietas ricas em fibra têm maior porcentagem de C18:0, e menor de C18:2. Dietas ricas em gordura são pobres em C16:1, C18:3 e C17:0. Vale ressaltar que a matéria prima usada na fabricação da dieta altera a composição de ácidos graxos, mesmo que sejam isoproteicas e isoenergéticas.

De forma resumida, a porcentagem de ácidos graxos poliinsaturados foi maior em gordura subcutânea de cordeiros terminados confinados, devido a grande quantidade de concentrado ingerido, que levou a modificações nas reações bioquímicas do rúmex. Nessas modificações, alguns ácidos graxos poliinsaturados podem escapar do processo de hidrogenação, e fazer parte dos lipídios estruturais dos microorganismos ruminais. Gordura subcutânea e intramuscular de cordeiros no pasto apresentam uma adequada proporção de n-6/n-3 de ácidos graxos poliinsaturados do que observado para as mesmas gorduras de cordeiros no confinamento. Essa diferença é reflexo da composição de ácidos graxos da dieta. Forragem contém alto nível de ácidos graxos linolênico (C18:3), precursor da série n-3 de ácidos graxos. O concentrado, ao contrário, tem alto teor de ácido linoléico (C18:2), precursor da série n-6 (Díaz et al., 2002).

O objetivo deste estudo foi avaliar as conseqüências da suplementação alimentar da ovelha 30 dias antes do parto, a idade à desmama de cordeiros (45 ou 60 dias de idade) e o nível nutricional e o sistema de terminação de cordeiros confinados (dieta completa ou feno) ou pasto, sobre a composição de ácidos graxos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Manejo dos animais

O experimento foi realizado, em sua fase de campo, na Fazenda Palmeira da Serra, no município de Pratânia e o confinamento dos cordeiros, no Setor de Ovinocultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Campus de Botucatu - São Paulo.

Pela técnica de ultra-sonografia, foi confirmada a prenhez de 100 ovelhas do rebanho comercial, mestiças Ile de France x Bergamácia, acasaladas com macho da raça Ile de France. As fêmeas foram separadas aleatoriamente, e utilizadas apenas 53 que pariram machos.

As infestações endoparasitárias foram monitoradas a cada 28 dias, através da coleta de amostras de fezes em 30% das ovelhas. Pela técnica de Gordon e Whitlock (1939), realizou-se o exame de OPG (ovos por grama de fezes) e quando a média foi igual ou superior a 500 OPG, os animais foram tratados com Anete – helmínticos.

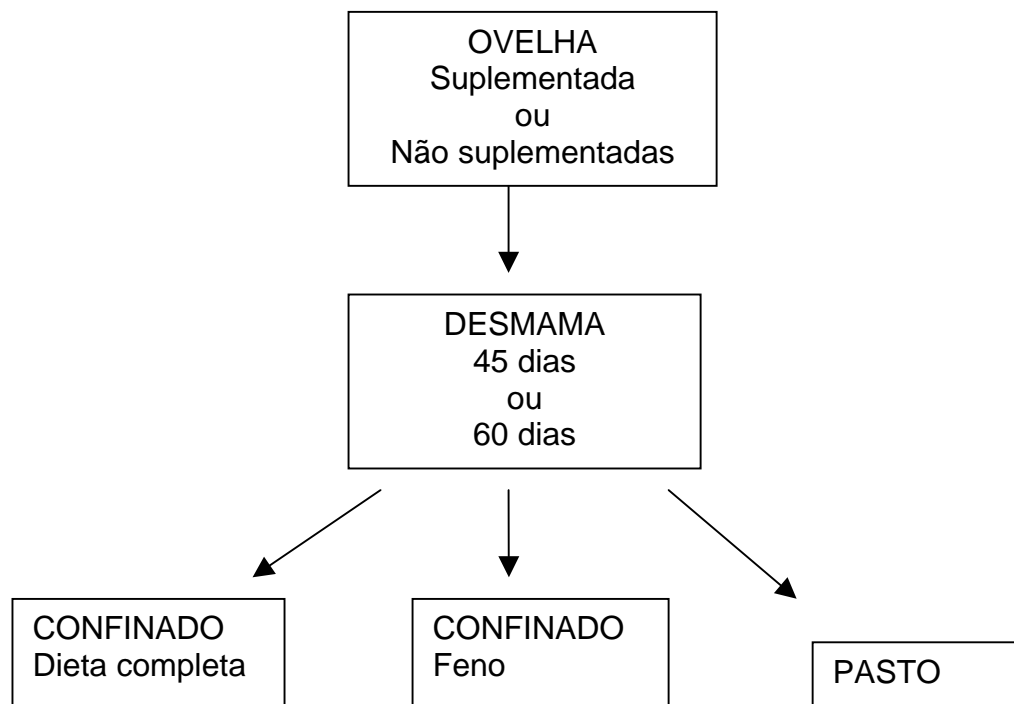
2.2 Tratamentos

Todas as matrizes permaneceram em pastagens de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, em sistema de pastejo rotacionado, até 30 dias antes do parto, quando foram separadas em dois

grupos. O primeiro grupo foi suplementado com uma dieta composta por concentrado e feno balanceada segundo as exigências do NRC (1985); e o segundo grupo não recebeu nenhuma suplementação. A data provável de parição foi obtida através do controle de monta da propriedade.

Após o parto foram divididas em 4 tratamentos, com número desbalanceado de animais, tendo como critério a idade de desmame dos cordeiros (45 ou 60 dias de idade).

Após a desmama, os cordeiros foram distribuídos aleatoriamente em três sistemas de terminação. O primeiro sistema consistiu em terminar os cordeiros em regime de confinamento total, com uma dieta completa, segundo as exigências do NRC (1985). No segundo, os cordeiros também foram terminados em confinamento total e receberam somente feno à vontade. No terceiro sistema os animais permaneceram no pasto. O peso de abate estabelecido foi de 30 kg ou 150 dias de idade. Os tratamentos estão dispostos na forma de organograma, abaixo:



Organograma 1. Organograma dos tratamentos do experimento.

2.3 Ração e arraçoamento

O alimento era oferecido aos animais uma vez ao dia, e a quantidade ajustada em função da sobra do dia anterior, a qual foi controlada para manter uma sobra de 20% da quantidade fornecida, de modo a garantir o consumo à vontade dos animais.

A dieta completa fornecida aos cordeiros era composta por uma ração comercial (ração para ovinos de engorda da Vitosan, com registro no Ministério da Agricultura sob nº RS 01008-00051) e feno de Aruana, nas proporções de 70% de volumoso e 30% de concentrado, para ganho de peso de 300 g/dia conforme a recomendação do NRC (1985). Os cordeiros confinados alimentados só com feno de Aruana, receberam inicialmente o feno picado, mas devido ao início de problemas respiratórios passou a ser fornecido inteiro. Os cordeiros do pasto, permaneceram em pastagens de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, em sistema de pastejo rotacionado e receberam 200 g da ração comercial por dia, conforme o manejo utilizado na Fazenda Palmeira da Serra.

Tabela 1. Composição bromatológica, em porcentagem (%), dos alimentos consumidos pelos cordeiros terminados no confinamento ou pasto.

	Ração	Feno	Pasto
Matéria seca	87	88,67	90,20
Proteína bruta	18	11,42	5,29
Extrato etéreo	1,5	1,40	1,69
Fibra bruta	17	41,86	34,02
Mineral	10	9,77	8,48
FDN		75,24	74,34
FDA		55,62	50,60
Cálcio	2		
Fósforo	0,4		

A composição bromatológica da ração usada na dieta completa, do feno e do pasto está na Tabela 1. O valor nutricional da pastagem variou com o tempo do experimento e o que consta na Tabela 1 é uma média dos valores obtidos ao longo do período experimental. O valor da ração expresso na tabela, está de acordo com os dados fornecidos pelo fabricante e os valores do feno e do pasto foram obtidos pela análise bromatológica feita segundo os procedimentos adotados no Laboratório de Nutrição do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ – UNESP – Botucatu.

2.4 Abate dos animais e medidas da carcaça

Os cordeiros foram pesados ao nascer e a cada 14 dias até o abate. Ao atingirem o peso de 30 kg (peso da fazenda) ou 150 dias de idade, os cordeiros foram submetidos a um período de jejum sólido de 16 horas e abatidos por secção da carótida e jugular para a realização da sangria. Depois da sangria, foi retirado o couro e feita a evisceração. As carcaças foram refrigeradas em câmara fria por um período de 24 horas, em temperatura de $7 \pm 2^\circ\text{C}$.

Após este período, as carcaças foram seccionadas longitudinalmente em duas meias-carcaças e realizados os cortes comerciais no lado esquerdo, nas seguintes partes: paleta, lombo, costeleta, pernil, peito e fralda. Na paleta, o músculo *tricipis brachii* foi retirado para a análise de ácidos graxos.

2.5. Ácidos graxos

Amostras em duplicata do músculo *tricipis brachii* foram empregadas para a determinação de ácidos graxos de dois cordeiros por tratamento.

A extração dos lipídios foi feita segundo a metodologia de Bligh e Dyer (1959). Dez gramas de amostra foram trituradas, colocadas em erlemeyer com 10 ml de clorofórmio e 20 ml de metanol, agitados por 5 minutos e acrescido em 10 ml de metanol e novamente agitados por 5 minutos e a solução passou por um funil de separação. A parte superior da solução consistia de metanol, água e extratos não lipídicos e foi descartada. A parte inferior da solução consiste em clorofórmio e lipídios, que foram colocados em outro balão.

A esterificação foi feita adicionando-se à solução de clorofórmio e lipídio 5 ml de solução metanólica e deixado em refluxo por 5 minutos. Adicionou-se 15 ml de reagente de esterificação e novamente colocou-se no refluxo por 5 minutos. Depois a solução passou pelo funil de separação com 25 ml de éter de petróleo e 50 ml de água destilada. A fase aquosa (fase inferior) foi descartada. A fase etérea foi lavada com 25 ml de água destilada, por duas vezes. O solvente foi evaporado em fluxo de nitrogênio líquido.

O perfil de ácidos graxos foi determinado por cromatografia gasosa de alta resolução, utilizando-se um cromatógrafo a gás (HO 5890), equipado com uma coluna capilar DB – 23 (60 m x 0,25 mm x 0,25 μm) acoplado a um detector de ionização de chama. A programação de temperatura foi 130°C (1 min) a 170°C (6,5%/min), 170°C a 215°C (2,75%/min), 215°C (12 min), 215°C a 230°C (40%/min), 230°C (3 min). As temperaturas do injetor e detector foram de

270°C e 280°C, respectivamente. As amostras (0,2 µl) foram injetadas pela técnica de injeção direta.

A análise de perfil dos ácidos graxos foi realizada no Laboratório de Óleos e Gorduras do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ / USP, Piracicaba - SP.

2.6 Análise estatística

O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 x 3, sendo dois níveis nutricionais da ovelha antes do parto, 2 idades à desmama (45 e 60 dias) e 3 sistemas de terminação (confinado com dieta completa ou feno, e em pasto). Todos os dados foram analisados pelo procedimento GLM do SAS (SAS, 1989).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais ácidos graxos presentes na gordura intramuscular do músculo *tricipis brachii* de cordeiros, em ordem decrescente foram: ácido oléico (C18:1), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0), assim como descrito também por Velasco et al. (2004).

Os ácidos graxos C10:0, C13:0, C20:0, C22:0, C18:1 trans, C14:1trans, C20:1 cis e C22:1 cis, apresentaram valores menores que 0,03%, que foi considerado muito pequeno e por isso não estão presentes na discussão do trabalho.

As concentrações dos ácidos graxos saturados C15:0, C16:0, C17:0; dos monoinsaturados C16:1, C18:1 e do poliinsaturado C18:3 foram influenciadas pelo sistema de terminação, ou seja, foram diferentes entre os cordeiros terminados no confinamento alimentados com dieta completa ou feno e os cordeiros terminados no pasto. Devido a essa diferença na porcentagem de ácidos graxos saturados e insaturados, a relação entre insaturados:saturados também foi diferente (Tabela 2).

Os ácidos graxos saturados não são desejáveis em grande quantidade nos alimentos por serem causadores de doenças cardíacas. Neste experimento a tendência dos valores encontrados para os ácidos graxos C15:0, C16:0 e C17:0 foram diferentes. Para o ácido graxo pentadecanoico (C15:0; $P < 0,0001$) os cordeiros alimentados somente com feno apresentaram valores maiores, seguidos pelos cordeiros do pasto e pelos alimentados com dieta completa. Esse resultados não estão de acordo com Bas e Morand – Fehr (2000), que encontraram maior teor de C15:0 para dietas com alto teor de energia metabolizável.

A porcentagem de C15:0 dos cordeiros desmamados mantidos no pasto e alimentados com cevada por Velasco et al. (2004) foi de 0,95%, semelhante ao encontrado neste experimento para os cordeiros terminados no pasto (0,97%). Mas Rowe et al. (1999) e Díaz et al. (2002) compararam cordeiros terminados no confinamento ou no pasto e não encontraram diferença entre os ácidos graxos C15:0 nos distintos sistemas de terminação. Uma outra possível explicação para a diferença na porcentagem de C15:0 entre os animais pode estar relacionada com o peso de abate, apesar do peso de fazenda não ter sido significativo como covariável dos dados. Mesmo com uma pequena diferença de peso ao abate (2kg) foi possível observar que cordeiros mais leves (como é o caso dos cordeiros alimentados com feno), tiveram maior porcentagem de C15:0 no estudo de Velasco et al. (2000).

Para o ácido graxo saturado palmítico (C16:0) os cordeiros confinados com dieta completa tiveram maiores valores ($P=0,0225$). Este ácido graxo é muito importante devido a sua grande quantidade na gordura da carne, além de estar correlacionado positivamente com o aumento do colesterol sanguíneo (Banskalieva et al., 2000). Cordeiros que receberam dieta completa tiveram maiores teores de C16:0, comparado com cordeiros que receberam somente concentrado, provavelmente, a associação da fibra e energia da dieta eleva a porcentagem deste ácido graxo (Bas e Morand – Fehr, 2000). O local e o tipo de forrageira consumida pelos cordeiros mantidos no pasto podem alterar a composição dos ácidos graxos e, inclusive de C16:0, segundo Fisher et al. (2000). A dieta, portanto, pode alterar o perfil dos ácidos graxos; por exemplo, dietas com óleo de peixe na alimentação de cordeiros pode aumentar a porcentagem de C16:0 na gordura intramuscular do músculo *longissimus dorsi* (Cooper et al., 2004). Cordeiros terminados no pasto tiveram valores menores de C16:0 comparados com cordeiros terminados no confinamento, para a gordura subcutânea da região lombar e não houve diferença entre os tratamentos para a gordura do pernil (Bas e Morand – Fehr, 2000). Em outros trabalhos, o confinamento ou pasto (Rowe et al., 1999) ou a dieta fornecida (Ponnampalam et al., 2001; Velasco et al., 2004), não alteraram a porcentagem do ácido palmítico.

Quanto ao ácido graxo heptadecanoico (C17:0) os cordeiros terminados com feno tiveram valores maiores ($P=0,0024$). Segundo Bas e Morand – Fehr (2000) dietas com alto teor de extrato etéreo tem menor porcentagem de C17:0, portanto, a dieta somente de feno pode ter alterado a porcentagem de C17:0, por ter baixo teor de extrato etéreo. Nos trabalhos Rowe et al. (1999) e Díaz et al. (2002) os Cordeiros confinados tiveram maior teor de C17:0 comparado com cordeiros terminados no pasto. O confinamento nestes trabalhos citados pressupõe uma dieta rica em energia. Neste experimento, os cordeiros confinados e alimentados somente com

feno, apesar de não terem estado no pasto, receberam uma dieta com baixo teor de extrato etéreo, e novamente pode-se inferir que o nível nutricional da dieta afetou a porcentagem de C17:0 encontrada na gordura intramuscular da carcaça.

Tabela 2. Valores médios e o erro padrão dos ácidos graxos e o erro padrão de cordeiros terminados em confinamento (dieta completa ou feno) ou pasto.

AG	Sistema de terminação					
	D.Compl.	ep	Feno	ep	Pasto	ep
C12:0	1,18	0,13	1,65	0,16	1,53	0,12
C14:0	7,15	0,53	8,91	0,59	8,14	0,48
C15:0	0,71 A	0,05	1,36 C	0,05	0,97 B	0,04
C16:0	28,98 B	0,27	27,78 A	0,30	28,00 A	0,25
C17:0	1,17 A	0,08	1,72 B	0,09	1,34 A	0,07
C18:0	14,03	0,94	15,85	1,05	16,70	0,86
C16:1	2,30 B	0,12	1,83 A	0,13	1,86 A	0,11
C18:1	38,01 B	0,98	34,23 A	1,09	34,83 A	0,89
C18:2	5,59	0,50	4,44	0,56	5,36	0,46
C18:3	0,51 B	0,18	1,42 A	0,20	0,88 AB	0,15
Saturado	53,62 A	0,81	58,02 B	0,91	57,04 B	0,74
Insaturado	46,37 B	0,81	41,97 A	0,91	42,95 A	0,74
Relação I:S	0,86 B	0,02	0,72 A	0,02	0,75 A	0,02

Médias com letras distintas na linha diferem entre si.

Os ácidos graxos monoinsaturados C16:1 (palmitoleico) e C18:1 (oléico) foram diferentes entre os sistemas de terminação dos cordeiros. Os cordeiros confinados alimentados

com dieta completa apresentaram maiores porcentagens desses ácidos graxos quando comparados com os demais ($P=0,036$ para C16:1 e $P=0,0409$ para C18:1). Somente o ácido graxo C18:3 teve maior valor para os cordeiros do feno, mas valores intermediários para os cordeiros do pasto e menores teores para os cordeiros alimentados com dieta completa (Tabela 2).

Os ácidos graxos mono e poliinsaturados são vistos como bons para a saúde humana. Cooper et al. (2004) observaram que a dieta pode alterar a porcentagem de C16:1 e C18:1. Nos trabalhos de Fisher et al. (2000) e Velasco et al. (2004) foi observado maior porcentagem de C18:1 para dietas com cereais comparadas com os cordeiros do pasto. E Rowe et al. (1999) constataram valores maiores para os dois ácidos graxos para os cordeiros confinados em relação aos mantidos no pasto, assim como valores similares ao encontrados neste experimento (Tabela 2). Provavelmente, o aumento no teor desses ácidos graxos está relacionado com os altos teores de energia e proteína da dieta fornecida.

O ácido graxo linolênico (C18:3) é de grande importância para a saúde humana, sendo considerado essencial. No entanto, apresenta menor ponto de fusão e maior risco de peroxidação da gordura com a formação de um "flavour" mais intenso (Cifune et al., 2000). Mas o efeito negativo só ocorreria na presença de uma grande quantidade deste ácido graxo. A dieta pode alterar a concentração de C18:3 (Cooper et al., 2004). A forragem contém alto teor de C18:3 (Díaz et al., 2002) e por isso os cordeiros alimentados com feno e no pasto apresentaram maiores valores. O feno constitui uma fonte de alimento na época da seca ou mesmo pode ser empregado como volumoso em confinamentos e os seus nutrientes estão mais concentrados em relação à pastagem, por conter menor teor de água. Esse pode ser o motivo pelo qual os cordeiros alimentados somente com feno tenham apresentado maior teor de C18:3. O maior valor de C18:3 para os cordeiros do pasto também foram descritos por Russo et al. (1999), Fisher et al. (2000) e Díaz et al. (2002). Díaz et al. (2002) ainda afirmaram que os animais criados no pasto oferecem carne mais saudável à saúde humana comparado com os cordeiros do confinamento, devido a melhor relação de $(n-6)/(n-3)$, dentre outros fatores.

O teor de ácidos graxos saturados foi maior para os cordeiros que tiveram como base da alimentação a forragem e menor teor de insaturados, conseqüentemente, diferença na relação de insaturados:saturados (Tabela 2). Assim também foi descrito por Díaz et al. (2002) e com valores semelhantes ao encontrado neste experimento. Essas relações são descritas de várias formas, alguns autores consideram a proporção de poliinsaturados:saturados (Rowe et al., 1999), ou ainda somente os ácidos graxos C18:2, C18:3, C16:0 e C18:0 (Velasco et al., 2000).

De qualquer forma, esta relação indica que a carne de cordeiros tem maior porcentagem de ácidos graxos saturados comparada com os insaturados e que o sistema de alimentação na terminação pode influenciar.

4. CONCLUSÕES

A suplementação da ovelha antes do parto e a idade à desmama não influenciaram o perfil de ácidos graxos de cordeiros abatidos com 30 kg de peso vivo ou 150 dias de idade.

O tipo de alimento fornecido aos cordeiros durante a terminação influencia o perfil de ácidos graxos.

Os cordeiros que tiveram em sua dieta uma quantidade maior de fibra teve maior quantidade de C18:3 na sua gordura intramuscular.

O cordeiros terminados no confinamento com dieta completa apresentaram maior teor de ácidos graxos saturados C16:0 e monoinsaturados C16:1 e C18:1.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- BANSKALIEVA, V., SAHLU, T., GOETSCH, A. L. Fatty acid composition of goat muscle and fat depots: a review. **Small Ruminant Research**, v. 37, p. 255 – 268, 2000.
- BAS, P. MORAND – FER, P. Effect of nutritional factors on fatty acid composition of lamb fat deposits. **Livestock Production Science**, v. 64, p. 61 – 79, 2000.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. (1959). **Can. J. Biochem. Physiology**. 37: 911-917.
- CASSENS, R. G. Contribution of meat to human health. **In: 45° International Congress of Meat Science and Technology**, 1999, Yokohama, Japão, Anais... 1999. p.642 - 647.
- CIFUNE, G. F., et al. Effect of age at slaughter on carcass traits, fatty acid composition and lipid oxidation of Apulian lambs. **Small Ruminant Research**, v. 35, p. 65 – 70, 2000.
- COOPER, S. L., et al. Manipulation of the n – 3 polyunsaturated fatty acid content of muscle and adipose tissue in lambs. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 1461 – 1470, 2004.
- DÍAZ, M.T.; et al. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, v. 43, p. 257 – 268, 2002.
- FISHER, A. V., et al. Fatty acid composition and eating quality of lamb types derived from four diverse breed x production systems. **Meat Science**, v. 55, p. 141 – 147, 2000.
- GORDON, H. M.; WHITLOCK, H. V. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **J. Counc. Sci. Ind. Res.**, v. 12, p. 50-52, 1939.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of domestic animals: nutrient requirements of sheep**. Washington, 1985. 99p.
- PONNAMPALAM, E. N., et al. Effect of diets containing n-3 fatty acids on muscle long chain n-3 fatty acid content in lambs fed low- and medium- quality roughage diets. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 698 – 706, 2001.
- ROWE, A., et al. Muscle composition and fatty acid profile in lambs fattened in drylot or pasture. **Meat Science**, v. 51, p. 283 – 288, 1999.
- RUSSO, C., et al. Effect of diet energy source on the chemical – physical characteristics of meat and depot fat of lambs carcasses. **Small Ruminant Research**, v. 33, p. 77 – 85, 1999.
- SAS procedures guide. Release 6. 3ed. Cary, 1686p., 1989.
- VELASCO, S.; et al. Effect of different feeds on meat quality and fatty acid composition of lambs fattened at pasture. **Meat Science**, v. 66, p. 457- 465, 2004.
- VELASCO, S.; et al. Carcass and meat quality of Talaverana breed sucking lambs in relation to gender and slaughter weight. **Animal Science**, London, v.70, n.2, p.253-263, Apr. 2000.

CAPÍTULO 4

IMPLICAÇÕES

O nível nutricional utilizado nas dietas do sistema de terminação dos cordeiros influenciou efetivamente os parâmetros de qualidade da carne (pH, cor, perda de peso por cozimento, maciez), assim como o tamanho das fibras musculares e o perfil de ácidos graxos. A dieta mais deficiente ocasionou uma carne de pior qualidade.

O efeito da suplementação da ovelha antes do parto não foi acentuado neste experimento, provavelmente, devido ao longo tempo entre o parto e o abate. Como sugestão para melhor compreender a importância da nutrição da ovelha antes do parto seria necessário abater cordeiros logo após o nascimento, como parâmetro, principalmente na avaliação da fibra muscular.

A idade à desmama pode influenciar a qualidade da carne quando os cordeiros são abatidos logo após o desmame, mas o tempo gasto neste experimento diminuiu a sua importância.

Uma alternativa para acentuar o efeito de cada parâmetro estudado (efeito da suplementação da ovelha antes do parto, idade à desmama e sistema de terminação) sobre a qualidade da carne seria verificar cada tratamento de forma isolada.

O mais importante neste experimento foi verificar que uma nutrição deficiente resulta em carne de pior qualidade, ou seja, animais abatidos tardiamente devido a sua alimentação terão a sua carne prejudicada nos parâmetros estudados.