

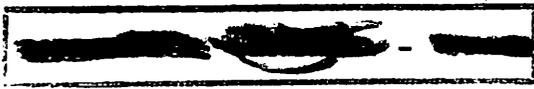


UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

**RESTRIÇÃO ALIMENTAR NA QUALIDADE
DA CARNE DE CORDEIROS**

FLÁVIA DE FLORIANI POZZA REBELLO

2003



55698

ME 0016408

FLÁVIA DE FLORIANI POZZA REBELLO

**RESTRIÇÃO ALIMENTAR NA QUALIDADE DA CARNE DE
CORDEIROS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em
Ciência dos Alimentos, para obtenção do título
de "Mestre em Ciências" na área de concentração
de "Mestrado em Ciências da UFPA".

Rebello, Flávia de Floriani Pozza.
Restrição alimentar na qualidade da carne de cordeiros / Flávia de
Floriani Pozza Rebello. - Lavras, UFPA, 2003.
152 p. : il.
Orientador: João Carneiro Bressan.
Tese (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal de Lavras, 2003.

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2003**

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

Rebello, Flávia de Floriani Pozza

**Restrição alimentar na qualidade da carne de cordeiros / Flávia de
Floriani Pozza Rebello. -- Lavras : UFLA, 2003.**

125 p. : il.

Orientador: Maria Cristina Bressan.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

**1. Ovino. 2. Carne. 3. Qualidade. 4. Restrição alimentar. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.**

CDD - 636.313

- 664.929

FLÁVIA DE FLORIANI POZZA REBELLO

**RESTRIÇÃO ALIMENTAR NA QUALIDADE DA CARNE DE
CORDEIROS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Scripto-Sensu* em Ciência dos Alimentos, para obtenção do Título de "Mestre".

APROVADA em 24 de Fevereiro de 2003

Prof. Dr. Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA

Prof. Dr. Afonso Ligor de Oliveira - UFMG



Prof. Dr.ª. Maria Cristina Bressan
UFLA
(Orientadora)

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

" Só sabemos com exatidão

quando sabemos pouco;

com os conhecimentos

vêm as dúvidas. "

GOETHE

DEDICO

À Deus , pela dádiva da vida.

A meu pai Antônio (*in memoriam*) que me ensinou com muito amor a lutar por tudo em que acredito e aceitar sempre os desafios que a vida nos impõe.

A meu marido Valdomiro pela ajuda, apoio, compreensão, carinho e companheirismo. À minha mãe Lígia pelo apoio em todas as horas. Aos meus irmãos Fernando e Carlos Eduardo pelo amor e amizade. Ao meu cachorro Erus pela amizade, compreensão e carinho incondicionais em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me concedeu vida e saúde e que esteve ao meu lado em todas as horas, as boas e, principalmente, nas difíceis.

A meu marido, Valdomiro, pela paciência, ajuda, incentivo e amor.

A meu pai, Antônio João de Menezes Rebello (*in memoriam*), por todos os ensinamentos, pelo amor, pelo incentivo em todas as horas e por me ensinar a aceitar sempre os desafios da vida. À minha mãe, Lígia, meus irmãos, Fernando e Carlos Eduardo, pelo incentivo, amor, carinho e compreensão.

Aos meus amigos e fiéis companheiros Erus e Cacau (meus cães).

Aos amigos do Setor de Ovinocultura da Universidade Federal de Lavras, cuja ajuda foi fundamental para a realização deste trabalho: Sr. Batista, Sr. Délson, Luciana, Fábio, Oiti, Paulo, Alisson, Thais, Sarita, Rodrigo e Bruno.

Ao professor Dr. Juan Ramón O. Pérez, pela oportunidade de ter trabalhado com ovinos, por seu apoio, amizade e pelo empréstimo do aparelho peagâmetro.

À professora Dra. Maria Cristina Bressan, pelos ensinamentos, orientação e amizade.

Ao Arlei, pela amizade, pelo apoio nas horas difíceis e pela ajuda nas análises de laboratório.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

À amiga Taciana (Tatá), que me ajudou com os dados estatísticos.

À profa. Dra. Roberta H.P. do Valle, pela ajuda na correção da estrutura do texto e pela amizade.

À amiga de Universidade (UFRRJ), Cristiane Hess, pelo apoio e envio de materiais para pesquisa.

Às amigas Sandra Ribeiro Maia e Ana Cristina Ferreira, pelos momentos de alegria e companheirismo.

Ao prof. Dr. Raimundo Vicente de Souza (DMV-UFLA), pela ajuda na interpretação dos dados.

Aos amigos do DCA: Erika, Deyse, Milena, Sandrinha, Giulianna, Carol, Peter, Josye, Milton e Valério.

Aos professores e funcionários do DCA: profa. Dra. Maria de Fátima Pícolo Barcelos, que muito gentilmente me forneceu o colesterol P.A para realização da curva padrão de colesterol, além do empréstimo de materiais de laboratório, Constantina (Tina), Sandra, Sr. Miguel, Sr. "Piano" e Leida.

BIOGRAFIA

Flávia de Floriani Pozza Rebello, filha de Antônio João de Menezes Rebello e Isabel Lígia Pozza Rebello, nasceu na capital do estado do Rio de Janeiro, no dia 9 de fevereiro de 1973.

Em março de 1992 ingressou na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), graduando-se em Engenharia de Alimentos. Trabalhou nas CASAS SENDAS INDÚSTRIA e COMÉRCIO de 1999 a 2000, sendo Responsável Técnica pelo Matadouro e Frigorífico em Governador Valadares (MG).

Em 2000, concluiu o curso de especialização a distância (latu sensu) em Controle de Qualidade de Produtos de Origem Animal na Universidade Federal de Lavras (MG).

Em março de 2001, iniciou o curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos na Universidade Federal de Lavras (MG), obtendo o título de Mestre em fevereiro de 2003.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	I
GENERAL ABSTRACT	II
CAPÍTULO I	1
1 INTRODUÇÃO GERAL	2
2 REFERENCIAL TEÓRICO	5
2.1 A Santa Inês: uma raça ovina brasileira adaptada ao clima tropical	5
2.2 Considerações sobre nutrição, restrição alimentar, subnutrição e superalimentação	8
2.3 Crescimento e desenvolvimento do músculo	11
2.4 Parâmetros de qualidade da carne	14
2.5 Parâmetros físico-químicos de qualidade	14
2.5.1 Declínio de pH <i>post mortem</i> (p.m.)	14
2.5.2 Cor	16
2.5.3 Perda de peso por cozimento (PPC)	18
2.5.4 Maciez (força de cisalhamento)	20
2.6 Composição centesimal	22
2.6.1 Umidade	22
2.6.2 Proteína	22
2.6.3 Lipídeos	23
2.6.4 Cinzas	24
2.7 Colesterol	25
3 METODOLOGIA GERAL	28
3.1 Local, período, animais e instalações	28
3.2 Manejo das ovelhas	28
3.3 Manejos alimentares	29
3.4 Diferença entre os tratamentos	30
3.5 Manejo dos cordeiros	30
3.6 Alimentação	31
3.7 Amostragem e análises dos alimentos	31
3.8 Pesagens dos animais	34
3.9 Critérios para o abate dos animais	35
3.10 Abate dos animais	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

CAPÍTULO II - INFLUÊNCIA DAS RESTRIÇÕES ALIMENTARES SOBRE OS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NA CARNE DE CORDEIROS.	45
RESUMO	46
ABSTRACT	47
1 INTRODUÇÃO	48
2 MATERIAL E MÉTODOS	50
2.1 Animais e tratamentos	50
2.2 Coleta e preparo da amostra.....	52
2.3 Análises laboratoriais.....	52
2.4 Delineamento experimental e análise estatística	53
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
3.1 Declínio de pH <i>post mortem</i> (p.m.)	56
3.2 Cor	60
3.2.1 Luminosidade (L*)	60
3.2.2 Teor de vermelho (a*).....	63
3.2.3 Teor de amarelo (b*).....	65
3.3 Perda de peso por cozimento (PPC)	70
3.4 Força de cisalhamento (FC) ou maciez.....	74
4 CONCLUSÕES	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
CAPÍTULO III - INFLUÊNCIA DAS RESTRIÇÕES ALIMENTARES SOBRE A COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E O COLESTEROL NA CARNE DE CORDEIROS.	86
RESUMO	87
ABSTRACT	88
1 INTRODUÇÃO	89
2 MATERIAL E MÉTODOS	91
2.1 Animais e tratamentos	91
2.2 Coleta e preparo da amostra.....	91
2.3 Análises laboratoriais.....	92
2.4 Delineamento experimental e análise estatística	93
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	95

3.1 Composição centesimal	95
3.1.1 Umidade	95
3.1.2 Proteína	98
3.1.3 Lipídios	101
3.1.4 Cinzas	103
3.2 Colesterol	107
4 CONCLUSÕES	113
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
CONSIDERAÇÕES FINAIS	120
ANEXOS.....	122

RESUMO GERAL

REBELLO, Flávia de Floriani Pozza. **Restrição alimentar na qualidade da carne de cordeiros**. UFLA, 2003, 125p. (Dissertação - Mestrado em Ciência dos Alimentos).¹

A raça Santa Inês apresenta aptidão para carne e se adapta às condições climáticas das regiões tropicais e subtropicais do Brasil, onde esta raça ovina é bastante difundida. O objetivo do presente trabalho foi estudar a qualidade da carne de cordeiros machos da raça Santa Inês deslanada pura, abatidos em diferentes pesos e submetidos a diferentes dietas durante o crescimento. Um total de 48 cordeiros foram submetidos a 3 dietas (restrição pré-natal - Pe; restrição pós-natal - Po e *ad libitum* - AD) e 4 pesos de abate (15, 25, 35 e 45kg) no Setor de Ovinocultura do DZO da UFLA, Lavras, MG, Brasil. No pré-abate, esses animais foram submetidos a jejum de 16 horas e à sangria, realizada por meio de secção da artéria carótida e veia jugular, seguida da evisceração. As carcaças foram resfriadas por 24 horas a 2°C. Posteriormente, foram seccionadas longitudinalmente em duas meias carcaças, sendo coletadas as amostras, e congeladas para posteriores análises no Laboratório de Carnes do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da UFLA. O delineamento foi em DIC, fatorial 3x4 (3 dietas e 4 pesos de abate). Os dados foram analisados pelo programa estatístico SAS (1985). A queda do pH no LD foi mais acentuada nos animais com maior peso de abate. Não houve diferença entre as dietas para perda de peso por cozimento (PPC), porém, os animais de 25kg apresentaram uma maior PPC. Os animais de 25kg e de restrição Pe apresentaram uma coloração mais avermelhada (valor a*) e menos luminosa (valor L*) do que os demais. Os animais mais pesados e de restrição Pe apresentaram menor maciez (FC). Com o aumento do peso ao abate, houve um decréscimo no teor de umidade, proteína bruta e cinzas e um acréscimo no teor de lipídeos. As dietas não influenciaram os teores de umidade, porém, influenciaram os teores de gordura (lipídeos), apresentando maiores valores para os animais de restrição Po e colesterol. Foram encontrados maiores valores para os animais de restrição Pe e também de proteína bruta e cinzas, cujos maiores valores deveram-se aos animais AD.

¹ Comitê de orientação: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora); Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA e Roberta Hilsdorf Piccolo do Valle (UFLA)

GENERAL ABSTRACT

REBELLO, Flávia de Floriani Pozza. **Alimentary restriction in the quality of the lambs meat.** UFLA, 2003, 125p. (Dissertation - Master's degree in Foods Science).¹

The Santa Inês breed presents aptitude for meat production and adapts to the climatic conditions of the tropical and subtropical areas of Brazil where this sheep breed is quite spread. The objective of the present work was to study the quality of the male lambs meat of the pure Santa Inês breed without wool, slaughtered in different weights and submitted to different diets during the growth. A total of 48 lambs was submitted to 3 diets (prenatal restriction - Pe; postnatal restriction - Po and *ad libitum* - AD) and 4 slaughtered weights (15, 25, 35 and 45 kg) in the Sheep Division of DZO at UFLA, Lavras, MG, Brazil. In the pre- slaughter these animals were submitted to fasting of 16 hours and the blood-letting was accomplished through section of the carotid artery and jugular vein and it was following by the evisceration. The carcasses were cooled by 24 hours to 2°C. Later, they were split up longitudinally in two half carcasses and the samples were collected and frozen for subsequent analyses in the Meat Laboratory of the Department Foods Science (DCA) at UFLA. The experimental design was DIC, factorial 3x4 (3 diets and 4 slaughter weights). The data were analyzed by the statistical program SAS (1985). The pH drop in LD was more accentuated in the animals with larger slaughter weight. There was not difference among the diets for the weight cooking loss (PPC), however, the animals of 25kg presented a larger PPC. The animals of 25kg and those of Pe restriction presented a redder coloration (a* value) and less luminous (L* value) than the others. The heaviest animals and from Pe restriction presented smaller shear force (FC). With the increase of the slaughter weight there was a decrease in the humidity content, crude protein and ashes and an increment in the fat content. The diets didn't influence the humidity content, but they influenced the fat content (lipid), showing larger values for the animals of Po restriction and cholesterol. It was found larger values for the animals of Pe restriction and also of crude and ash, whose larger values were due to the AD animals.

¹ Guidance Committee: Maria Cristina Bressan - UFLA (Advisor); Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA; and Roberta Hilsdorf Piccolo do Valle (UFLA).

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN

2. OBJETIVOS

3. METODOLOGÍA

4. RESULTADOS

5. CONCLUSIONES

6. REFERENCIAS

7. ANEXOS

8. GLOSARIO

9. BIBLIOGRAFÍA

10. ÍNDICE

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

1.2. OBJETIVOS

1.3. METODOLOGÍA

1.4. RESULTADOS

1.5. CONCLUSIONES

1.6. REFERENCIAS

1.7. ANEXOS

1.8. GLOSARIO

1.9. BIBLIOGRAFÍA

1.10. ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO GERAL

A criação de ovinos é difundida em um grande número de países. Grécia, Espanha, Itália e França contribuem com 55% na produção total de carne e com mais de 60% do consumo nos países da União Européia.

O consumo mundial de carne ovina é muito variável e está ligado a fatores culturais, econômicos e religiosos. Os animais mais leves, por exemplo, são preferidos em Portugal (8 kg), Itália (9 kg), Espanha e Grécia (11 kg). Já os de médio peso são preferidos na Bélgica e Irlanda (21 kg), Holanda (23 kg) e Dinamarca (25 kg), e os de maior peso (entre 27 e 30 kg) pelo Egito, Estados Unidos e Japão (Sañudo et al, 1998).

As raças voltadas para a produção de carne apresentam maior peso e, conseqüentemente, podem ser abatidas mais jovens (Sobrinho, 2001).

O rebanho ovino atual no Brasil é da ordem de 13,95 milhões de cabeças. Destas, 6,71 milhões encontram-se na região nordeste, 5,85 milhões na região sul e 434.054 na região sudeste (Fernandes & Oliveira, 2001). O consumo é de 0,7kg/*per capita*/ano, elevando-se no Rio Grande do Sul para 2,9 e em alguns municípios gaúchos chega a 31 kg *per capita*/ano (Tretow et al., 1999). Na região nordeste, o consumo *per capita* anual de carne ovina e caprina é de 1,20 kg, chegando a 11,7 kg na cidade de Petrolina, PE (Barros & Simplício, 2001).

Os aspectos envolvidos na produção de carne ovina são: a eficiência reprodutiva, a eficiência alimentar, o peso ao nascer, o ganho de peso, a estrutura de comercialização e o rendimento de carcaça. Para que os ovinos aproveitem seu potencial produtivo, é necessário alimentá-los com dietas equilibradas, de modo a atender às exigências nutricionais em sua totalidade (Siqueira, 2001). Conhecendo-se a faixa etária em que ocorre a maior taxa de

crescimento, é possível programar o sistema de terminação dos cordeiros, para que o abate ocorra na fase em que a eficiência de conversão alimentar inicie seu decréscimo. As variações de peso influenciam diretamente nos parâmetros físico-químicos de qualidade e composição centesimal da carne, assim como os fatores raça, idade ao abate, dieta e sistema de produção.

A ovinocultura no Brasil iniciou seu desenvolvimento nas regiões de clima temperado, onde a produção visava a obtenção de lã. Porém, nos dias atuais, a exploração é voltada para a produção de carne, o que levou o rebanho a se deslocar para as regiões de clima tropical e subtropical. Nestas regiões, os ovinos são explorados, em sua maioria, em regime extensivo de produção e estão sujeitos a depressões sazonais de disponibilidade de alimentos. Williamson & Payne (1980) descrevem que 60% dos rebanhos de espécies exploradas para a produção de carne encontram-se nas regiões tropicais e subtropicais e, nessas, a restrição alimentar é responsável por 20% da perda de peso dos animais.

A restrição alimentar pode ser uma consequência das condições naturais ou pode ser planejada por meio de manejo alimentar com o objetivo de melhorar a qualidade da carcaça sem afetar o desempenho produtivo. Este desempenho é conseguido por meio de programas que fundamentam-se em melhorar a eficiência alimentar, reduzindo a gordura abdominal e total da carcaça. A limitação da ingestão de alimentos causa redução no crescimento, porém, é possível compensar a perda de peso sofrida pelo animal no período de realimentação.

Os fatores que mais influenciam o sucesso de um programa de restrição são a idade de aplicação e a intensidade – que é o somatório entre a duração do período de aplicação (dias) do jejum e o número de horas de cada período. Nas aves, tem sido estabelecido que o melhor momento para a aplicação de um programa de restrição é entre a segunda e a terceira semanas de idade. Isso se

deve ao fato de que, na primeira semana, o pinto ainda é muito frágil para suportar o estresse do jejum e após 21 dias, dependendo da idade de abate, não haveria tempo suficiente para recuperação do peso eventualmente perdido durante a restrição (Rosa et al., 2000).

Várias hipóteses tentam explicar o crescimento acelerado que caracteriza o ganho compensatório. Acredita-se que este fenômeno seja mediado por alterações hormonais, as quais, entretanto, ainda são desconhecidas. Alguns autores acreditam que o ganho compensatório ocasiona um aumento da massa muscular por deposição de proteínas; outros acreditam que ele ocasiona um aumento de depósitos de gordura e outros ainda acreditam que ocorra uma combinação entre ambos. Entretanto, é sabido que a manifestação do ganho compensatório é influenciada pelo tipo de fonte protéica e energética fornecida durante a realimentação.

Nas regiões com escassez de alimentos em consequência da sazonalidade, são desconhecidos os efeitos desses períodos de carência alimentar durante o crescimento de ovinos sobre o desenvolvimento da carcaça e dos tecidos constituintes, bem como seu efeito sobre a composição química e a qualidade da carne. Portanto, o presente estudo teve por objetivo estudar o efeito das restrições alimentares pré e pós-natal sobre a qualidade da carne de cordeiros machos da raça Santa Inês deslanada pura, durante o crescimento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Santa Inês: uma raça ovina brasileira adaptada ao clima tropical

A raça Santa Inês, característica do nordeste brasileiro, é considerada como sendo resultante de cruzamentos seguidos por períodos de seleção e evolução que resultaram em ausência de lã. Não se sabe ao certo como esta raça surgiu, mas alguns estudos indicam que seria o resultado da fusão dos patrimônios genéticos de forma alternada e desordenada das raças mais antigas no nordeste, como Morada Nova (variedades vermelhas e brancas), Bergamácia e, em menor escala, a Somalis. Dessa mestiçagem surgiram, na Bahia, animais de pelagem vermelha com o nome de pele de boi, oriundos de um rebanho Morada Nova vermelho vindo do Ceará e introduzido pela Secretaria de Agricultura do Estado, em 1948. Mestiços de pelagem branca com o nome Santa Inês surgiram posteriormente em Alagoas. Os mestiços de pelagem preta e chitada surgiram concomitantemente neste estado, porém, em menor escala e não recebiam nenhuma denominação especial. A Associação Brasileira de Criadores de Ovinos, num encontro realizado em 1977, em Fortaleza, visando estabelecer o registro genealógico dos tipos de raças ovinas do nordeste, resolveu eliminar, em parte, a confusão dos mestiços, englobando-os com a denominação de Santa Inês. O padrão elaborado e aprovado criou quatro tipos de pelagem, dando margem para qualquer mestiço ser enquadrado como pertencente à raça.

Os ovinos Santa Inês possuem características bem peculiares. Os cordeiros nascem com 3 kg, atingem 23 kg aos 112 dias e os machos chegam a pesar de 80 a 100 kg. Pode haver a ocorrência de 3 partos em 2 anos. As ovelhas, em manejo extensivo, atingem de 40 a 50 kg (em confinamento, as fêmeas adultas podem atingir mais de 90 kg), apresentam boa capacidade leiteira

(decorrente de aprumos corretos e boa inserção de úbere e boa habilidade materna. Além disso, os ovinos Santa Inês são de grande porte, com boa aptidão para a produção de carne associada à elevada rusticidade. O hábito de ramonear e a adaptação ao clima quente permitem a exploração da Santa Inês com eficiência, em ambientes de clima/vegetação em que não ocorra e/ou até não seja possível a exploração intensiva de pastagens.

O Brasil apresenta climas bem variados, em razão de sua grande extensão. Todavia, devido à posição tropical do país, o clima apresenta-se quente em praticamente todo o território. Na região sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), o clima predominante é o subtropical, com menores temperaturas, ocorrência de geadas no inverno e temperaturas elevadas no verão. No sudeste, o clima predominante é o tropical de altitude próximo ao litoral (quente, porém com temperaturas mais amenas em razão da altitude) e na porção oeste aparece o clima tropical propriamente dito (com chuvas no verão e estiagens no inverno). O clima tropical também aparece na região centro-oeste. No norte, há predominância de clima equatorial, quente e úmido, com chuvas o ano todo, encontrando também o clima tropical de altitude na porção setentrional, devido à diferença de altitude. A região nordeste é a que apresenta maior variedade de climas: o semi-árido (quente e seco) no sertão nordestino; no Agreste, tanto o semi-árido, como o tropical atlântico (quente e úmido); no meio-norte, o equatorial e tropical e na zona da mata, o clima predominante é o tropical atlântico (Figuras 1.1 e 1.2).

Devido à variedade de climas, a criação da raça Santa Inês constitui-se uma alternativa, principalmente no nordeste brasileiro, que apresenta características climáticas severas, onde a produção de outras espécies animais é praticamente insustentável.



FIGURA 1.1 Tipos de clima do Brasil. Fonte: www.vol.eti.br/geo/climabra.asp.

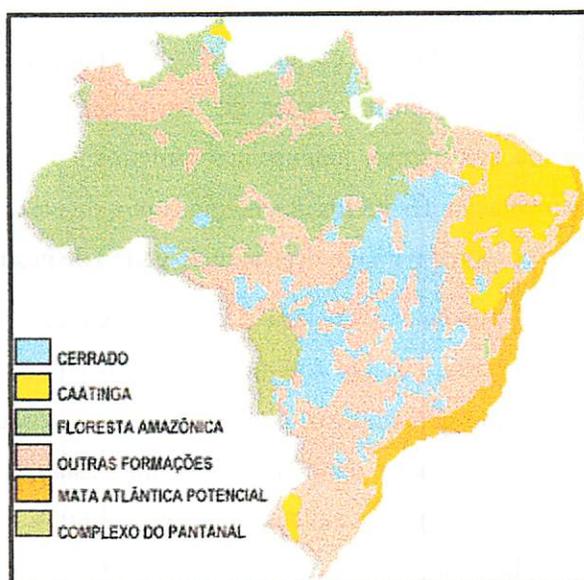


FIGURA 1.2 Vegetações do Brasil. Fonte: www.formosaonline.com.br/geoline.

2.2 Considerações sobre nutrição, restrição alimentar, subnutrição e superalimentação

A maioria dos animais explorados economicamente se destina à produção de substâncias protéicas de elevado teor nutritivo para a alimentação do homem. Nesta categoria, principalmente os ruminantes estão capacitados, pois no pré-estômago ocorre a síntese microbiana de proteínas de alto valor nutritivo a partir de compostos nitrogenados não protéicos (como a uréia). Porém, para que essa produção seja máxima e seja evitada a instalação de manifestações patológicas carenciais, é necessária uma quantidade adequada de energia, vitaminas, substâncias minerais e elementos traços que supram os requerimentos de manutenção e produção. Em situações de aporte inadequado de nutrientes, tais como as restrições alimentares, surgem alterações do estado considerado normal. As necessidades ou requerimentos estão associados com a fase fisiológica vivida pelo animal e, durante o período de crescimento, a composição dos tecidos animais altera-se. A síntese protéica ocorre, em grande parte, durante o período de crescimento, principalmente no fígado, na musculatura, nos ossos, na medula óssea, etc. Nesta fase, a produção de gordura é escassa e a formação do tecido adiposo nos cordeiros é proveniente da gordura do leite de amamentação. Os gastos de energia com a digestão decrescem com a elevação do peso corpóreo para um determinado ganho de peso.

A restrição alimentar planejada é uma prática de redução do volume diário de ração fornecido, visando diminuição do consumo de alimentos em um dado período (restrição quantitativa), ou de nutrientes (restrição qualitativa), de modo que as exigências para o ganho de peso ótimo, estabelecidas pelo padrão genético do animal, não sejam atendidas (Rosa et al., 2000). Embora exista uma ordem de prioridade de mobilização, num determinado momento, após o início do jejum, todos os tecidos que fornecem energia poderão estar sendo

mobilizados. Essa ordem de prioridade em resposta ao tempo de jejum é o catabolismo do glicogênio, gordura e proteína, processos conhecidos como glicólise, lipólise e proteólise, respectivamente. Em resposta à restrição, o animal busca, imediatamente, satisfazer às suas necessidades energéticas para manutenção das atividades mais críticas, com a fonte mais prontamente disponível, que é o glicogênio hepático (glicose). Essa taxa de mobilização sofre variações e depende, principalmente, da idade e das condições de estresse do animal. Após a mobilização de parte do glicogênio, começa a haver mobilização da reserva de gordura e do tecido muscular. No momento em que o animal começa a mobilizar proteína muscular para satisfazer às suas exigências de energia, a restrição passa a ser indesejável, pois a recuperação de peso no período pós-jejum (período conhecido como de realimentação) torna-se pouco provável.

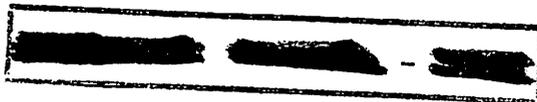
O ganho compensatório é descrito como a habilidade dos animais exibirem, após a restrição alimentar, um aumento na taxa de crescimento que irrestringe animais de mesma idade cronológica. O ganho compensatório é um evento biológico complexo porque é associado a fatores como alta absorção de alimentos, alta eficiência na utilização de alimentos, mudanças na composição de tecidos e/ou alteração no sistema endócrino. Animais restritos, que voltam a ser realimentados, podem recuperar o peso vivo de maneira similar àqueles que não sofreram restrição, resultando assim em uma alta eficiência na conversão alimentar. A resposta no ganho compensatório pode também variar, dependendo da duração ou intensidade da baixa nutrição antes da realimentação.

Na fase de crescimento é importante o fornecimento de uma dieta contendo aminoácidos essenciais, vitaminas, substâncias minerais e elementos traços (Zn). Quando isso não ocorre, os animais tornam-se subnutridos. A subnutrição decorre de uma ingestão ou de um aproveitamento insuficiente dos alimentos. As conseqüências de uma subnutrição dependem do grau e da

duração de uma reabsorção carente dos fatores nutricionais. A subnutrição primária resulta de uma oferta insuficiente de alimento e a secundária decorre como consequência da redução da ingestão do alimento (por processos inflamatórios da cavidade oral ou dos dentes, por exemplo), ou da diminuição da reabsorção intestinal dos nutrientes (por processos inflamatórios da mucosa do canal gastrintestinal e de acometimentos parasitários), assim como por distúrbios da secreção glandular endócrina (por elevada secreção de tiroxina).

O mais alto grau de subnutrição é o estado de jejum. Os animais em estado de jejum completo por retirada da alimentação, podem suportar períodos relativamente longos, lançando mão das reservas lipídicas do tecido adiposo, por meio da oxidação de ácidos graxos e, depois, pela degradação das proteínas do organismo. Se, por um lado, os animais conseguem suportar o estado de jejum por algum tempo, a falta de água, porém, provoca um efeito desastroso. Em um curto espaço de tempo, a falta de água leva a profundas alterações funcionais do cérebro, principalmente se a temperatura ambiente é alta. A supressão completa de alimentos e água produz, como consequência, após alguns dias, distúrbios do equilíbrio hídrico, levando à morte por colapso cardíaco.

Na supernutrição tem-se a situação inversa, ou seja, os animais são alimentados em quantidades muito acima de suas necessidades, ocasionando uma intensa formação de gordura no organismo, cuja extensão depende da intensidade da superalimentação. A tendência em formar depósitos de gordura difere de animal para animal e nas diferentes espécies. Essas diferenças são geneticamente determinadas e estão relacionadas à capacidade de adaptação do sistema endócrino a dietas ricas em gorduras. Um depósito elevado de gordura constitui uma sobrecarga para o organismo, dificultando a locomoção e submetendo os sistemas muscular, esquelético e circulatório a um esforço elevado. Nestes casos, a dissipação de calor oriundo das reações metabólicas é dificultada em decorrência do depósito subcutâneo de gordura.



2.3 Crescimento e desenvolvimento do músculo

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

Considerando que a estrutura, as funções, as proporções e a composição do corpo se modificam à medida que o indivíduo cresce, alternando-se também durante o crescimento o desenvolvimento de novas estruturas e as transformações em suas capacidades funcionais, convém definir o que sejam **crescimento e desenvolvimento**. Hammond (1959) define **crescimento** como sendo o aumento de peso até que o indivíduo alcance o tamanho adulto e **desenvolvimento**, como a transformação de seu aspecto e de sua conformação ao mesmo tempo que as diversas faculdades e funções alcancem sua plenitude. Já Forrest et al. (1979) definem **crescimento** como um processo normal de aumento de tamanho produzido pelo aumento de tecidos, similares em constituição aos tecidos ou órgãos originais, podendo tal aumento de tamanho ser alcançado por hipertrofia, hiperplasia ou crescimento por acréscimo. Os mesmos autores chamam a atenção, do ponto de vista zootécnico, para a distinção que deve ser feita entre crescimento verdadeiro (que leva a um aumento dos tecidos estruturais como músculos, ossos e órgãos vitais) e engorda (que consiste no aumento do tecido adiposo).

A velocidade de crescimento nos diferentes tecidos varia. O crescimento ósseo em comprimento ocorre antes do crescimento em espessura (o animal será de maturação precoce ou tardia, dependendo do tempo que ele requer para sofrer as mudanças de desenvolvimento). Nos músculos, a velocidade de crescimento é variável. Os músculos mais longos, como os dos membros e os do dorso,

mostram uma velocidade de crescimento pós-natal mais rápida, devendo-se a variação do tamanho máximo adulto, entre animais de mesma espécie, à diferença no número de fibras musculares e não ao tamanho da fibra. Por estas razões, num determinado animal, o tamanho da fibra não é diretamente proporcional ao tamanho do corpo. Existem prioridades fisiológicas na formação dos diversos tecidos que obedecem à ordem: 1) tecido nervoso, 2) esqueleto, 3) músculo e 4) gordura (Hammond, 1959). Isso explica as diferenças significativas observadas em animais geneticamente idênticos que foram submetidos a manejo e níveis de nutrição distintos, levando o animal de corte a apresentar acentuadas diferenças na relação carne x ossos x gordura, com importante repercussão em seu valor comercial.

O desenvolvimento no animal, geralmente é devido a uma onda primária de crescimento que, partindo do crânio, desce às porções fasciais da cabeça e retrocede até a região lombar. Por sua vez, das extremidades parte uma onda secundária de crescimento que desce até os pés e sobe ao longo das extremidades e do tronco até a região lombar, na união do lombo com a última costela. Essa parte demora a alcançar sua intensidade máxima de crescimento, sendo, portanto, a de maturação mais tardia. A cada um dos tecidos principais corresponde uma arrancada inicial de grande intensidade de crescimento em centros distais que, acompanhada de uma aceleração do crescimento, vai se deslocando para trás e para cima, até atingir a região lombar (Hammond, 1959).

Durante o período de crescimento, no entanto, aumenta o tempo requerido para passar através das mudanças de desenvolvimento. Como consequência desta condição, um animal precoce, mantido em nível de alimentação baixo durante o período de crescimento, toma as formas de um animal tardio (Mcmeekan, 1984). Há, por sua vez, um importante dado zootécnico extensivo a todos os animais, nos quais o crescimento pós-natal

obedece a uma curva sigmóide, desde que se empreguem unidades de crescimento e de tempo adequadas (Forrest et al., 1979).

A espécie, raça, sexo, idade, nível nutritivo e a atividade física do animal influem sobre o diâmetro da fibra muscular. Normalmente, as fibras musculares de ovelhas possuem diâmetros menores e mais uniformes que as de suínos e bovinos. Geralmente, os machos inteiros possuem fibras musculares maiores que as fêmeas e animais castrados. Em condições normais, o diâmetro das fibras musculares aumenta com a idade, com a alimentação apropriada e com a atividade física. Assim, nos ovinos, o crescimento do músculo, da gordura e do esqueleto obedece a uma onda que, à medida que avança a idade, atravessa as diferentes regiões do corpo. Ela parte da cabeça, do pescoço e das porções distais das extremidades (anteriores e posteriores) e termina na região lombar. No esqueleto, as costelas são os ossos de maturação mais tardia. Os ossos dos membros anteriores também são de maturação mais demorada que os dos membros posteriores. Do mesmo modo, o desenvolvimento em comprimento e espessura dos ossos longos das extremidades acompanha o incremento do peso, sendo que o crescimento em comprimento é mais precoce que o crescimento em espessura.

Do nascimento à maturidade, as modificações nas conformações dos bovinos se assemelham às descritas em relação aos ovinos. Entretanto, existem diferenças, devido às diversas raças, quanto à rapidez e extensão com que estas modificações se sucedem. Nos suínos, a conformação é diferente. Enquanto seu corpo é bastante curto e pouco profundo, e os quartos traseiros são pouco desenvolvidos, a cabeça e os pés são relativamente grandes. À medida que avança a idade e o peso, o corpo aumenta inicialmente em comprimento e, depois, em largura e profundidade. Apesar da semelhança com os ovinos quanto ao seu desenvolvimento, nos suínos as extremidades posteriores são de maturação mais tardia que as anteriores, experimentando as primeiras,

proporcionalmente, maiores ganhos na vida pós-natal que as segundas (Mcmeekan, 1984). As transformações nas proporções, bem como as que se referem ao desenvolvimento dos diferentes tecidos na vida pós-natal, são mais pronunciadas nos suínos que nos ovinos.

2.4 Parâmetros de qualidade da carne

Quando se busca uma carne de qualidade, todos os segmentos da cadeia produtiva são importantes e o descuido ou o desconhecimento dos fatores que influem na qualidade dessa carne podem comprometer todo o sistema. Hoje, com o aumento da concorrência dentro e entre países, não adianta produzir mais a baixos custos, mas, além disso, deve-se produzir com qualidade.

Os fatores *ante mortem* (espécie, características genéticas, sexo, idade, alimentação, manejo dos animais, clima e localização anatômica do músculo) e *post mortem* (estágio da rigidez, propriedades associadas à retenção de água, gordura intramuscular, tecido conjuntivo, proporções dos feixes musculares e os erros analíticos) influenciam diretamente as propriedades físico-químicas e de composição centesimal da carne (Pardi et al., 1993; Bragagnolo, 1997; Mooney et al., 1998).

2.5 Parâmetros físico-químicos de qualidade

2.5.1 Declínio de pH *post mortem* (p.m.)

Para que o músculo de um animal abatido se transforme em carne, é necessário que ocorram processos bioquímicos conhecidos como modificações *post-mortem*. Dentre estes, ocorrem alterações do pH que no animal vivo varia de 7,3 a 7,5. Com o decréscimo após a morte, o pH pode chegar a 5,9, duas a

oito horas após a sangria, com instalação do *rigor mortis*. Neste processo, o glicogênio muscular presente na carne favorece a formação do ácido láctico, diminuindo o pH e tornando a carne macia e suculenta, com sabor ligeiramente ácido e odor característico (Cañeque et al., 1989).

O estresse do animal por período prolongado ou intenso exercício muscular no pré-abate causa redução nos níveis de glicogênio, elevando o pH da carne e reduzindo os teores de glicose nos tecidos musculares (Watanabe et al., 1996). Nestas condições, haverá maior possibilidade de crescimento microbiano, reduzindo a vida de prateleira da carne sob refrigeração (Miller, 2001).

Carnes nestas condições são denominadas DFD (*dark, firm and dry*), ou seja, exibem coloração escura e textura firme, sendo mais secas, porém, como têm alta capacidade de retenção de água quando cozidas, são frequentemente descritas como suculentas. Na prática, qualquer carne com pH maior que 6,0 pode ser considerada sujeita a processo prematuro de deterioração microbiana (Silveira, 2001). Desta forma, do ponto de vista de conservação da carne, a sangria deve ser adequada, pois como o sangue tem pH alto (em torno de 7,4) e muita proteína, possui rápida putrefação. O ideal é que sejam removidos cerca de 60% do volume total de sangue e o restante permaneça nos músculos e vísceras (Silveira, 2001).

O animal, quando é submetido ao estresse e abatido imediatamente a seguir, pode apresentar uma anomalia chamada PSE (*pale, soft and exudative*). Acelera-se assim a glicólise anaeróbica, com rápida produção de ácido láctico e queda do pH, conferindo carnes pálidas, moles e exsudativas, com baixa capacidade de retenção de água. Durante a cocção, há perda elevada de umidade, resultando em carne mais seca, dura e menos saborosa, reduzindo sua utilidade no processamento (Miller, 2001).

O pH pode ser influenciado por fatores intrínsecos, como tipo de músculo, espécie, raça, sexo, idade e indivíduo, e extrínsecos, envolvendo alimentação, tempo de jejum, estimulação elétrica e refrigeração (Sañudo, 1980).

A determinação do pH da carne pode ser feita por meio de eletrodos de penetração diretamente no músculo, onde normalmente são obtidos valores de pH na hora zero (carcaça quente) até 24 horas *post-mortem* (carcaça fria). As medições também podem ser feitas 48 e 72 horas *post-mortem*.

2.5.2 Cor

A cor da carne é o fator de qualidade mais importante. O consumidor pode apreciá-la no momento da compra, constituindo o critério básico para sua seleção, a não ser que outros fatores, como odor, sejam marcadamente deficientes.

O consumidor tem associado a cor clara à carne de animais jovens e, portanto, estas são mais apreciadas e mais caras. Em alguns países da Comunidade Econômica Européia são aceitas carnes mais escuras com mais facilidade, mas, em geral, as preferências recaem sobre as carnes com tons mais claros (Sañudo et al., 1998). Toda a problemática da cor da carne ganhou uma importância maior nos últimos anos, em decorrência do desenvolvimento da venda em bandejas pré-embaladas, seja com película permeável ao oxigênio, ou em atmosferas controladas.

A cor é uma característica tridimensional, que consta de um atributo de brilho e dois atributos cromáticos chamados de matiz e saturação.

A cor pode ser afetada por fatores intrínsecos, como tipo de músculo, espécie, raça, sexo, idade do animal e fatores extrínsecos, como alimentação e

esforço ao qual o animal foi submetido antes do abate (Sañudo, 1992). O brilho, por exemplo, está relacionado ao pH e outros fatores *post-mortem* que determinam o grau de hidratação e o estado das proteínas musculares. A matiz está relacionada ao frescor do corte, às transformações tecnológicas e à própria biologia do músculo e a saturação, por fim, está relacionada à quantidade de pigmentos e a fatores *ante-mortem*, como espécie, raça, sexo, idade, alimentação, etc.

Os pigmentos são formados, em sua maior parte, por proteínas. A cor da carne depende do conteúdo de mioglobina muscular (que constitui de 80% a 90% do pigmento total na carne), que varia nos músculos durante o crescimento (Boccard, 1973). Outro fator é a forma química da mioglobina, que pode se apresentar reduzida (Fe ++), de cor vermelho púrpura, característica da carne fresca embalada a vácuo ou do interior da massa muscular recém-cortada; quando sob altas pressões de oxigênio, na forma de oximioglobina, de cor vermelho-brilhante ou, ainda, sob baixas pressões de oxigênio ou na presença de substâncias oxidantes, o ferro passa à forma oxidada (Fe +++), originando a metamioglobina, de cor marrom, associada pelos consumidores a carnes estocadas por longos períodos.

O aparecimento de sulfametamioglobina, de cor esverdeada, é resultado da presença do enxofre, oriundo do crescimento bacteriano, em contato com a mioglobina.

Indiretamente, a cor determina a vida de prateleira da carne, uma vez que aquelas carnes que se desviam da cor ideal (vermelho-cereja) tendem a permanecer mais tempo na prateleira (Gutierrez & Garcia-Villanova, 1981; Dabés, 2001). Além disso, o consumidor discrimina a carne escura ao associar a cor com animais velhos e com maior dureza. Esta relação, muitas vezes, não é verdadeira. Por exemplo, no caso de um animal abatido com poucas reservas de

glicogênio, a carne não atinge pH suficientemente baixo para produzir coloração normal, independentemente de sua idade e maciez (Sainz, 1996).

Em geral, admite-se que animais recebendo alimentação mais volumosa apresentam carnes mais escuras, como consequência do aumento da mioglobina do músculo, devido à alimentação rica em carotenos (Rico, 1992), ainda que em ruminantes a natureza do alimento influencie pouco a cor da carne, pelas intensas transformações que os mesmos sofrem no rúmen.

A cor da carne pode ser medida pelo método subjetivo, que envolve observações sensoriais de pigmentos da carne, da gordura, presença de tecido conjuntivo e outros, sendo um método de grande rapidez e utilidade. Entretanto, pode também ser medida pelo método objetivo, pela utilização do colorímetro, o qual determina a cor da carne por meio das coordenadas L^* , a^* e b^* , responsáveis pela luminosidade (ou claridade), teor de vermelho (cifras negativas dariam a idéia de verde) e teor de amarelo (cifras negativas dariam a idéia de azul), respectivamente. Quanto maiores os valores de L^* , mais pálida é a carne, e quanto maiores os valores de a^* e b^* , mais vermelha e amarela, respectivamente (Miltenburg et al., 1992).

2.5.3 Perda de peso por cozimento (PPC)

Os fatores que afetam as perdas por evaporação e por gotejamento na carne cozida, também afetam a capacidade de retenção de água, já que as diferenças relativas se conservam depois do aquecimento (Bendall, 1946; Hamm & Deatherage, 1960). As perdas atribuídas à retração que a carne experimenta durante o processo de cocção são maiores, devido às temperaturas elevadas que levam à desnaturação das proteínas e diminuem consideravelmente a capacidade de retenção de água (Baker, 1942; Wierbicki et al, 1954; Paul & Bratzler, 1955). As perdas dependem de diversos fatores: método de cocção, tempo e

temperatura de cocção. Parte do suco que a carne perde durante a cocção não é de natureza aquosa, já que as temperaturas elevadas fundem as gorduras e destroem as estruturas que a retêm.

Quanto à velocidade de descenso de pH, esta é muito rápida, pois há um aumento na perda de água durante a cocção. Sayre et al, 1964 observaram que quando o pH do músculo era inferior a 5,9 aos 40 minutos *post mortem*, as perdas de peso experimentadas pela carne foram de 40% a 50% depois da cocção, enquanto que quando o pH era superior a 6,0, as perdas eram de somente 20%. O aumento da capacidade de retenção de água que produz a maturação da carne leva a uma melhor perda durante a cocção, não sendo este efeito observado em todos os cortes.

À medida que a temperatura aumenta de 0 a 80°C (Tabela 1.1), há uma perda de grupos ácidos livres e diminui-se a capacidade de retenção de água, elevando o pH.

TABELA 1.1. Perdas de peso por cozimento devidas ao aumento da temperatura interna da carne.

	Temperatura interna da carne (°C)		
	60	70	80
Perda total (PPC) % de peso úmido	10,5	28,8	40,5

Fonte: Sayre et al, 1964.

2.5.4 Maciez (força de cisalhamento)

A textura é apontada, pela maioria dos consumidores, como o mais importante atributo de qualidade. Os atributos maciez e suculência contribuem na aceitação global do consumidor e formam a base de "marketing" dos diferentes tipos de corte. A maciez ou textura de um alimento é a manifestação de seus elementos estruturais, relacionados à aparência, à mastigação e resistência à aplicação de uma força (Szczesniak, 1986).

A maciez da carne está relacionada à estrutura do tecido muscular, às propriedades bioquímicas das fibras musculares esqueléticas, especialmente as miofibrilas e seus filamentos intermediários, e ao tecido conjuntivo intramuscular, o endomísio e o perimísio, os quais são compostos de fibrilas e fibras de colágeno. A estabilidade mecânica das fibras do colágeno aumenta com a idade do animal e estas mudanças são associadas às linhas cruzadas intermoleculares, que se tornam estáveis com o aumento da idade do tecido, tornando a carne mais dura (Bailey & Light, 1989).

A maciez da carne está relacionada com diferentes tipos de proteínas: as proteínas do tecido conectivo (colágeno, elastina, reticulina e mucopolissacarídeo de recheio), as proteínas da miofibrila (actina, miosina e tropomiosina) e as sarcoplasmáticas (proteínas sarcoplasmáticas e retículo sarcoplasmático). A importância da contribuição relativa desses três tipos de proteínas na dureza da carne depende das circunstâncias. O elevado conteúdo de tecido conectivo, sua qualidade e o tipo de tecido conectivo também influem na dureza da carne. Por outro lado, a maciez da carne é dependente do enfraquecimento e do rompimento de elementos estruturais, ocorridos durante o processo de maturação *post mortem*, e está relacionada com a queda do pH. Se o descenso é muito rápido, ocorre desnaturação das proteínas sarcoplasmáticas e

estas precipitam-se sobre as miofibrilares, desnaturando-as também. Com isso, há aumento da dureza, pois as proteínas tornam-se menos solúveis.

Os processos enzimáticos também estão relacionados com a maciez da carne. Pesquisas recentes têm evidenciado que o sistema calpaínas/calpastatina é o responsável pelo amaciamento progressivo da carne após o abate, confirmando a hipótese de que a maciez da carne é, antes de tudo, resultado de processos proteolíticos. Calpaínas são enzimas proteolíticas presentes em todas as células eucarióticas e também em células de animais invertebrados. Apresentam-se sob duas formas: μ -calpaína e m-calpaína. Estas enzimas são dependentes de cálcio para desempenharem sua atividade proteolítica. No músculo, após o abate, a concentração de íons cálcio é suficiente para ativar a μ -calpaína, menos exigente em cálcio que a m-calpaína. A μ -calpaína é responsável pelo processo proteolítico que se instala na célula muscular (Goll et al., 1983, 1992; Koohmaraie, 1988, 1992). A atividade proteolítica das calpaínas é regulada pela calpastatina, proteína que exerce ação inibidora específica. Quanto mais calpastatina na célula, mais baixo é o requerimento de íons Ca^{++} para a atividade das calpaínas. A quantidade de calpaína que pode ser ativada, mantendo-se a mesma concentração de cálcio, é controlada pela concentração de calpastatina (Salamino et al., 1994). A calpastatina é uma proteína termoestável, composta por cerca de 700 aminoácidos, sendo que os aminoácidos triptofano e fenilalanina estão ausentes e a metionina encontra-se em quantidades muito baixas. (Killefer & Koohmaraie, 1994).

Assim, pode-se observar que vários fatores influenciam a maciez da carne (Dransfield, 1994). Diversos estudos evidenciam uma correlação positiva entre maciez e raça (Young & Dobbie, 1994), sexo (Dransfield et al., 1990), tipo de músculo (Light et al., 1985), idade (Dikeman, 1990), utilização de anabolizantes (Koohmaraie et al., 1996), manejo alimentar (Shorthose, 1978), condições pré e pós-abate, que influenciam as conseqüentes trocas físicas e

bioquímicas *post mortem* (Koochmaraie et al., 1991), temperatura de resfriamento das carcaças (Dransfield, 1994) e método de cozimento da carne (Wheeler et al., 1996).

A sensação de dureza se deve, em primeiro lugar, à facilidade com que os dentes penetram na carne; em segundo lugar, à facilidade com que a carne se divide em fragmentos e, em terceiro lugar, a quantidade de resíduo que sobra depois da mastigação.

2.6 Composição centesimal

2.6.1 Umidade

Dentre os componentes do tecido muscular, a água é o maior constituinte, e seu teor é inversamente proporcional ao conteúdo de gordura. Representando cerca de 75% da composição química da carne, ela divide-se em três categorias: água livre (85%), água de imobilização (10%) e água ligada (5%). O teor total de água da carne é importante nos processamentos que a mesma irá sofrer, como resfriamento, congelamento, salga, cura, enlatamento, entre outros. Quanto maior o teor de água ligada, maior a capacidade de retenção de água no tecido muscular (Dabés, 2001).

2.6.2 Proteína

A proteína é o segundo maior componente da carne, representando em torno de 19% de sua composição química. Além da fração protéica do tecido muscular, há uma porção não protéica, representando cerca de 1,1% , composta basicamente por aminoácidos livres e nucleotídeos (DNA, RNA, ADP, ATP, entre outros). As proteínas musculares podem ser subdivididas em:

sarcoplasmáticas, miofibrilares e estromáticas. As sarcoplasmáticas são proteínas solúveis, representando 30% a 35% do total de proteínas, constituídas principalmente por enzimas e mioglobina. As miofibrilares são as proteínas que constituem os filamentos, representadas principalmente pela miosina (filamento grosso) e actina (filamento delgado) e, em menor proporção, pela tropomiosina troponina, a-actinina, b-actinina e proteínas C e M. Apresentam solubilidade intermediária, representando cerca de 55% das proteínas totais. As estromáticas são proteínas insolúveis, representando de 10% a 15% do total de proteínas, constituídas principalmente por colágeno e elastina (Prata, 1999).

2.6.3 Lipídeos

A gordura corresponde à fração insolúvel em água e solúvel em éter, representando cerca de 4% da composição química da carne. Devido à maior atenção do consumidor com a relação dieta e saúde, existe uma crescente preocupação com o conteúdo de gordura dos produtos de origem animal. A gordura rica em ácidos graxos insaturados é mais benéfica que aquela rica em colesterol e ácidos graxos saturados, pois diminui o risco de obesidade, câncer e doenças cardiovasculares (Zapata et al., 2001).

A carne de ovinos é considerada rica em ácidos graxos saturados, pois os microrganismos do rúmen hidrogenam extensivamente os ácidos graxos insaturados da dieta. Os ácidos graxos saturados mais encontrados nesta espécie são o mirístico, o palmítico e o esteárico; os monoinsaturados são o palmitoléico e o oleico e os poliinsaturados o linoléico, o linolênico e o araquidônico (Monteiro, 1998).

O teor de gordura dos tecidos animais varia em relação aos cortes e ao estado nutricional dos animais, entre outros fatores. Quanto maior a quantidade

de ácidos graxos insaturados, maior o poder de rancificação, portanto, menor o prazo de vida comercial da carne.

A gordura armazenada no organismo animal pode ser classificada de três maneiras: extracelular (subcutânea), intermuscular e intramuscular. A gordura extracelular encontra-se depositada sob a pele, e tanto a gordura extracelular como a intermuscular são facilmente observadas; já a intramuscular encontra-se na forma de delgadas fibras no tecido muscular (Almeida, 1990). O aspecto marmóreo da carne está diretamente relacionado com a gordura intramuscular, a qual apenas pode ser determinada por meio de análises de laboratório.

2.6.4 Cinzas

A matéria mineral da carne representa, em média, 1,5% de sua composição química e está distribuída irregularmente no tecido muscular; 40% encontram-se no sarcoplasma, 20% formam parte dos componentes celulares e o restante (40%) distribui-se nos líquidos extracelulares. De forma geral, potássio, fósforo, sódio, cloro, magnésio, cálcio e ferro são os principais constituintes minerais da carne. Entretanto, outros minerais apresentam-se em pequenas quantidades, como o cobre, o manganês, o zinco, o molibdênio, o cobalto, o iodo e outros (Prata, 1999), estando os sais minerais da carne associados ao tecido magro. A carne, porém, é fonte expressiva de ferro (40% a 60% de ferro-heme, que é bastante absorvível).

As substâncias minerais possuem como funções a manutenção de uma reação quase neutra nos tecidos e líquidos orgânicos, a catalisação em vários processos de grande importância e a reação estimulante exercida sobre a atividade de muitas enzimas. Constituem ainda parte integrante de determinados hormônios e de um grande número de enzimas e intervêm na regulação da atividade muscular e nervosa. Aproximadamente 3,5% do peso corporal são

constituídos por cálcio, fósforo, potássio, enxofre, sódio, cloro, ferro e magnésio e 80% a 85% formam o esqueleto e os dentes sob forma de cálcio, fósforo e magnésio (Pardi, 1993).

2.7 Colesterol

A percepção de qualidade pelo consumidor relaciona-se a muitos fatores. Dentre eles, destacam-se as preferências individuais, que são baseadas nas diferenças sociais, culturais e geográficas, no comportamento religioso, nos fatores econômicos e, atualmente, há os associados ao conceito da relação alimento x saúde. De acordo com o National Cholesterol Program Expert Panel (1988), três fatores contribuem para o aumento do nível de colesterol plasmático humano: a quantidade de gordura, o teor de colesterol, e a composição do ácido graxo presente no alimento carne (McNamara, 1990; Woodward & Wheelock, 1990; Love, 1994).

O colesterol pertence a um grupo heterogêneo de compostos que podem ser agrupados em duas categorias: os lipídeos complexos, que são saponificáveis por hidrólise alcalina e os lipídeos simples, que são insaponificáveis. Neste grupo, encontram-se os esteróis e os mais freqüentes no reino animal são o colesterol, o coprosterol e o 7-desidrocolesterol. Atualmente, vem dando-se mais enfoque ao colesterol que, em certas circunstâncias, tende a acumular-se nas paredes internas dos vasos sanguíneos de grande e médio calibre, levando à formação de ateroma, acarretando o aparecimento de problemas de degenerescência e aterosclerose (Correia & Correia, 1989; McNamara, 1990).

O colesterol ($C_{27}H_{46}O$) apresenta uma estrutura cíclica, com uma cadeia alifática lateral. Ao todo, tem 27 átomos de carbono, com uma dupla ligação em C5 e C6 e uma função álcool em C3. Logo, o esterol é um álcool que pode ser esterificado. O colesterol pode encontrar-se na forma livre ou esterificada. Já o

coprosterol é ligeiramente diferente do colesterol por ser mais reduzido e possuir a dupla ligação C5 e C6 hidrogenada.

O 7-desidrocolesterol, por sua vez, é derivado do colesterol, por desidrogenação em C7 e C8. É um precursor da vitamina D (Correia & Correia, 1989).

O colesterol é um constituinte essencial em todas as membranas celulares e é precursor de dois importantes grupos de compostos : os sais biliares (promovendo a digestão e absorção de gorduras) e os hormônios sexuais testosterona, androsterona, progesterona e estradiol (Sabine, 1977). Ele ainda é responsável pela modulação da fluidez das membranas celulares, participa da síntese de vitamina D₃ e é utilizado no fígado na formação do ácido cólico. Apresenta também propriedades antiinflamatórias (cortisol) e cardiotônicas (diditoxigenina) (Lehninger et al., 1995). Grandes quantidades de colesterol são precipitadas na camada córnea da pele e, em conjunto com outros lipídeos, tornam-na resistente à absorção de substâncias hidrossolúveis , à ação de agentes químicos e evitam a evaporação de água pela mesma (Guyton, 1991).

Metade do colesterol do organismo é originada da biossíntese (colesterol endógeno) e o restante é fornecido pela dieta (colesterol exógeno). Do colesterol endógeno, 50% são sintetizados pelo fígado, 15% pelo intestino e o restante pela pele. Quando a alimentação é rica em colesterol, ocorre um bloqueio em sua síntese endógena, porém, quando a redução alimentar é muito acentuada, pode haver um aumento na fabricação biológica (Mayes, 1994). Para se manter o colesterol baixo, a dieta deve ser pobre em lipídeos totais, colesterol e ácidos graxos saturados. Recomenda-se que o consumo diário seja de 300mg, no máximo (Salva, 1996). Pesquisadores e profissionais de saúde aceitam que altos níveis de colesterol no plasma aumentam os riscos de doenças coronarianas (Keys et al., 1965; Stamler et al., 1986), entretanto, a relação entre níveis de

colesterol na dieta e níveis de colesterol no plasma não está totalmente esclarecida e tem gerado controvérsias (Fischer et al., 1983; Connor et al., 1986).

Segundo Luchiari (1991), as carnes bovina, suína e ovina apresentam a mesma média de colesterol, geralmente entre 70 e 90mg/100 gramas de carne cozida, o que é considerado uma quantidade moderada.

Em torno de 90% do colesterol livre na célula animal estão confinados na membrana plasmática e o restante distribuído no retículo sarcoplasmático, membranas nucleares, mitocôndrias, lisossomas e peroxomas, desempenhando importante função fisiológica (Lange & Steck, 1996).

De acordo com um estudo efetuado em ratos por Wheeler et al. (1987), o tecido adiposo estoca e acumula uma maior quantidade de colesterol do que a necessária para a função celular. Essa seria uma possível explicação para as diferenças entre o teor de colesterol do tecido muscular e o do tecido adiposo.

A função biológica da célula determina a concentração de colesterol no tecido muscular, mais do que os fatores genéticos e ambientais (Wheeler et al., 1987). Embora existam diferenças quanto à deposição de gordura atribuída a diferenças entre sexo, alimentação e raça, com relação ao teor de colesterol, elas não foram evidenciadas por muitos autores (Dinius et al., 1975; Eichhorn et al., 1986; Wheeler et al. 1987 ; Bohac & Rhee, 1988; Taylor & Smith, 1990; Solomon et al., 1990; Abu-Tarboush & Dawood, 1993; Clarke et al., 1993). Entretanto, estudos realizados por Solomon et al. (1991) em ovinos criados em diferentes sistemas de confinamento demonstraram diferenças quanto ao teor de colesterol nos músculos avaliados.

3 METODOLOGIA GERAL

3.1 Local, período, animais e instalações

O experimento foi conduzido no Setor de Ovinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período de outubro de 2000 a novembro de 2001.

Foram utilizados 48 cordeiros, machos não castrados, da raça Santa Inês. Desse total, 16 cordeiros eram crias de ovelhas que sofreram restrição energética durante o 1/3 final da gestação e o restante proveniente de ovelhas que não sofreram qualquer tipo de restrição durante a gestação.

3.2 Manejo das ovelhas

Foram utilizadas 150 ovelhas da raça Santa Inês, as quais foram cruzadas com machos da mesma raça. Nessas ovelhas foi realizado um tratamento para estimular a ovulação com respectiva sincronização do cio em grupos de 10 ovelhas por dia. O cruzamento foi conduzido por meio de monta dirigida para controle do estágio de gestação das ovelhas.

Foi realizado um exame de ultra-sonografia nas ovelhas com aproximadamente 60 dias de gestação, para identificação do número de fetos que cada ovelha estava gestando.

Com 100 dias de gestação, as ovelhas foram confinadas e divididas em três grupos. Os dois primeiros grupos de ovelhas receberam alimentação à vontade, de modo a satisfazer suas necessidades energéticas; o terceiro grupo recebeu alimentação restrita, de modo a satisfazer 60% das suas necessidades energéticas e protéicas. O cálculo das necessidades energéticas e protéicas foi

realizado com base nas recomendações do ARC (1980), que leva em consideração o peso da ovelha e o número de fetos de cada uma delas.

3.3 Manejos alimentares

Dentro do grupo de cordeiros nascidos de fêmeas que não sofreram restrição durante a gestação, os animais foram novamente divididos em dois grupos. Um grupo de cordeiros recebeu alimentação à vontade e o outro grupo recebeu alimentação restrita, com o objetivo de identificar os efeitos tanto da restrição pré quanto da pós-natal. Assim, os tratamentos foram compostos por três grupos de cordeiros: restrição pré-natal, restrição pós-natal e um grupo controle, que recebeu alimento à vontade em todas as fases da vida (*ad libitum*). Os cordeiros de cada um dos grupos acima mencionados foram abatidos em 4 pesos diferentes (Tabela 1.2).

TABELA 1.2. Distribuição das unidades experimentais nos tratamentos.

Peso de abate	Restrição pré-natal	Restrição pós-natal	Sem restrição
15 kg	4	4	4
25 kg	4	4	4
35 kg	4	4	4
45 kg	4	4	4
Total	16	16	16
			$\Sigma = 48$

3.4 Diferença entre os tratamentos

- **ad libitum (AD)** : a ovelha gestante e o feto, assim como o cordeiro após o nascimento receberam alimento à vontade, sendo oferecido 30% além do consumo verificado no dia anterior, visando garantir os nutrientes necessários ao desenvolvimento dos animais.
- **Restrição pré-natal (Pe)**: a ovelha gestante e o feto receberam alimentação controlada até o parto (60% do requerimento de manutenção), porém o cordeiro após o nascimento recebeu alimento à vontade até o abate.
- **Restrição pós-natal (Po)** : a ovelha gestante e o feto receberam alimento à vontade até o parto, porém o cordeiro após o nascimento, foi submetido à restrição alimentar de forma que seu ganho de peso pós-natal não excedesse um máximo de 150g/dia.

3.5 Manejo dos cordeiros

Ao nascer, os cordeiros permaneceram com suas mães durante três dias para receberem o colostro. Depois deste período foram separados de suas mães e alojados em baias individuais (de estrutura metálica com área de 1,3 m² - 1,3 m x 1,0 m - providas de comedouros e bebedouros), onde foram amamentados com sucedâneo até os 60 dias de idade.

Os animais receberam, duas vezes ao dia, uma dieta experimental balanceada, de modo a atender às exigências nutricionais de proteína, energia metabolizável e minerais, seguindo recomendações do ARC (1980). Os cordeiros do grupo controle e do grupo de restrição pré-natal receberam quantidades de ração que permitiram uma sobra de 30% do total oferecido,

enquanto que os animais do grupo de alimentação restrita (restrição pós-natal) receberam quantidades de ração para atender a um ganho de 150g/dia.

3.6 Alimentação

Durante o período experimental, a dieta fornecida para os cordeiros foi composta por 20% de feno de capim *Coast-cross* (*Cynodon dactylon*) moído, e 80% de concentrado (Tabelas II e III), composto de farelo de soja (*Glicine max* L.), milho moído (*Zea mays* L.), calcário calcítico e suplemento mineral e vitamínico. A dieta fornecida, assim como as sobras, foram pesadas diariamente com a finalidade de determinar o consumo voluntário e a conversão alimentar.

3.7 Amostragem e análises dos alimentos

Antes do início do experimento, foram determinados: matéria seca (MS); proteína bruta (PB); fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), pelo método de Van Soest adaptado por Silva (1981) e os minerais cálcio e fósforo pela metodologia descrita por Malavolta et al. (1997), adaptada para as condições do Laboratório de Nutrição Animal da UFLA de cada um dos componentes da dieta. A finalidade dessas análises foi determinar a composição química desses componentes para se efetuar o cálculo da dieta, de modo a obter um ganho de 300g/dia (no caso dos animais *ad libitum* e de restrição pré-natal) com a categoria animal em questão. Nas Tabelas 1.3 e 1.4 são mostrados os dados das análises laboratoriais.

TABELA 1.3. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e minerais cálcio (Ca) e fósforo (P) dos ingredientes da dieta, expressos em porcentagem da matéria seca. ¹

Ingredientes	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	Ca (%)	P (%)
Feno de <i>Coast cross</i>	94,70	9,53	78,63	33,93	0,570	0,396
Milho grão	86,77	8,49	13,48	4,03	0,044	0,289
Farelo de soja	88,40	49,62	17,35	10,17	0,410	0,784
Calcário calcítico	100,17	-	-	-	37,00	-
Sal comum	99,82	-	-	-	-	-
Suplemento Min./ Vit. ²	94,36	-	-	-	23,00	9,00

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

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

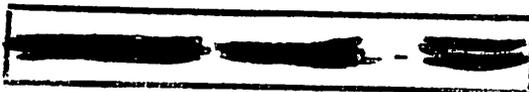


TABELA 1.4. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e minerais cálcio (Ca) e fósforo (P) da dieta, expressos em porcentagem da matéria seca.¹

Ingredientes	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	Ca (%)	P (%)
Feno de <i>Coast cross</i>	20,88	1,99	16,42	7,08	0,119	0,083
Milho grão	59,26	5,03	7,99	2,39	0,026	0,171
Farelo de soja	16,71	8,29	2,90	1,70	0,069	0,131
Calcário calcítico	0,90	-	-	-	0,333	-
Sal comum	0,28	-	-	-	-	-
Suplemento Min./Vit. ²	1,97	-	-	-	0,453	0,177
Total (Dieta)	100,00	15,31	27,31	11,17	1,000	0,562

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

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

As amostras da dieta oferecida aos animais e das sobras individuais foram coletadas diariamente durante a fase experimental e foram armazenadas em freezer para a posterior homogeneização e obtenção de uma subamostra composta contendo material coletado em período de 15 dias. Nessa subamostra composta foram determinados os teores de MS, PB, FDN e FDA.

Toda esta dinâmica teve como objetivo quantificar os teores de nutrientes e determinar a estimativa do consumo voluntário de nutrientes durante o período experimental (Tabela 1.5).

TABELA 1.5. Médias do consumo da dieta (g/dia) e consumo total da dieta (kg) do desmame ao abate dos cordeiros dos grupos controle, restrição pós-natal e restrição pré-natal, abatidos em diferentes pesos.

Peso ao abate (kg)	Controle (g/dia)	Restrição Pós-Natal (g/dia)	Restrição Pré-Natal (g/dia)
45	1052 ^a	770 ^b	1002 ^a
35	859 ^a	655 ^b	890 ^a
25	680 ^a	595 ^b	752 ^a
15	367 ^b	477 ^b	418 ^b
Média	742^a	624^b	765^a
Consumo Total (kg)	53,2^b	75,6^a	82,4^a

Valores seguidos da mesma letra na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tuckey.

3.8 Pesagens dos animais

Os cordeiros foram pesados ao nascer, e a cada 7 dias até o desmame, até completar 60 dias. No início do período experimental, os animais foram pesados e, posteriormente, foram feitas pesagens semanais até os cordeiros atingirem os respectivos pesos de abate. As pesagens foram realizadas sempre no mesmo horário, antes do fornecimento da ração às 7 horas da manhã, com a finalidade do controle sobre o crescimento e a obtenção do ganho de peso médio diário.

3.9 Critérios para o abate dos animais

Os cordeiros foram abatidos em quatro pesos diferentes: 15, 25, 35 e 45 kg de peso vivo, com jejum de 16 horas. Os 48 animais foram distribuídos aleatoriamente, quatro de cada manejo nutricional, dentro de cada uma dessas faixas de peso.

Na ocasião em que os animais atingiram as referidas faixas de peso estipuladas na data determinada para o abate, estes foram pesados para obtenção do peso real de abate (PVSJ) e após 16 horas de jejum de alimentos sólidos, foram pesados novamente (PVCJ) e abatidos imediatamente.

3.10 Abate dos animais

No abate, os animais foram suspensos pelos membros posteriores e insensibilizados mecanicamente. Posteriormente, procedeu-se à secção das artérias carótidas e veia jugular, com coleta e pesagem do sangue. Sequencialmente, foram efetuadas a esfolação, a evisceração e a desarticulação da cabeça e das patas.

TABELA 1.6. Médias de idade ao abate (dias) dos cordeiros dos grupos controle, restrição pós-natal e restrição pré-natal abatidos em diferentes pesos.

Peso ao abate (kg)	Idade ao abate (dias)		
	Controle	Restrição pós-natal	Restrição pré-natal
45	165 ^a	253 ^c	209 ^b
35	135 ^a	200 ^b	176 ^b
25	122 ^a	154 ^a	140 ^a
15	78 ^a	88 ^{ab}	118 ^b
Média	125^a	173^b	160^b

Valores seguidos da mesma letra na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tuckey.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABU-TARBOUSH, H.M. & DAWOOD, A.A . Cholesterol and fat contents of animal adipose tissues. **Food Chemistry**, 46, p.89-93, 1993.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (ARC) **The nutrient requirements of farm animals**, London, 1980, 351p.

ALMEIDA, M.M.M. **Estudo da composição química das carnes de caprinos e ovinos criados no Sertão do Ceará**. 1990. 78f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1990.

BAILEY, A.J & LIGHT, N.D. **Connective tissue in meat products**. Elsevier Science Publisher LTD, New York, USA, 1989, p.334-338.

BOCCARD, R. **Qualité des carcasses et des viandes ovines. Techniques Agricoles**.p.1-6, 1973.

BOHAC, C.E. & RHEE, K.S. Influence of animal diet and muscle location on cholesterol content of beef and pork muscles. **Meat Science**, 23,p.71-75, 1988.

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

BRAGAGNOLO, N. **Fatores que influenciam o nível de colesterol, lipídeos totais e composição de ácidos graxos em camarão e carne**. Campinas: UNICAMP, 1997. 123p. (Tese de Doutorado em Ciência de Alimentos).

BRATZLER, L.J. Característica organoléptica de la carne. In: PRICE, J.F.; SCHWEIGERT, B.S. (eds) **Ciência de la carne y de los productos carnicos**. Zaragoza: Acribia, 1955.

CAÑEQUE, V.et al. La canal de cordero. In: **PRODUCCIÓN DE CARNE DE CORDERO**, 1989, México. **Anais**. México, 1989.p.367-436.

CLARKE, A.D.; VOGT, D.; CHUANG, J.T.; ROUKE, T.J.; MURPHY, C.; TEWOLDE, A. & CRAWFORD Jr, R.J. Comparison of carcass characteristics and acceptability of Angus and Romo Sinuano x Angus cattle. **J. Muscles Food**, 4:2, p.171-177, 1993.

CONNOR, S.L.; GUSTAFSON, J.R.; ARTAUD-WILD, S.M.; FLAVELL, D.P.; CLASSIK-KOHN, C.J.; HATCHER, L.F.; CONNOR, W.E. The **cholesterol/saturated fat index**: na indication of the hypercholesterolemic and atherogenic potencial of food. *Lancet*, v.1.p.1229-1232.1986.

CORREIA, A.A.D. & CORREIA, J.H.R.D. **Bioquímica Animal**. Fundação Calouste Gulbekian, Lisboa, Portugal, 2ª ed., 1989, p.377 - 402.

DABÉS, A. C. Propriedades da carne fresca. **Revista Nacional da carne**, São Paulo, v.25, nº 288,p.32 - 40, 2001.

DIKEMAN, M.E. Genetic effects on the quality of meat from cattle. In: **World Congress On Genetic Applied To Livestock**, 14, 1990, p.23-27.

DINIUS, D. A.; EDMONDSON, L.F.; KIMOTO, W. & OLTJEN, R.R. Growth, blood parameters and tissue lipids of finishing cattle fed a formaldehyde treated casein - safflower oil complex. **Journal Animal Science**, 40:2, p.358 - 365, 1975.

DRANSFIELD, E.; NUTE, G.; HOGG, B.; WALTERS, B. Carcass and eating quality of ram, castrated ram and ewe lambs. **Anim. Prod.**, v.50,p.291-299.1990.

DRANSFIELD, E. Tenderness of meat, poultry and fish. In: Pearson, A.M. & Dutson, T.R. **Quality attributes and their measurements in meat, poultry and fish products**. Blackie Academic & Professional, Glasgow, UK, 1994, p.289-311.

EICHHORN, J.M.; WAKAYAMA, E.J.; BLOMQUIST, G.J. & BAILEY, C.M. Cholesterol content of muscle and adipose tissue from crossbred bulls and steers. **Meat Science**, 16, p.71-78, 1986.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa de Pecuária dos Campos Sulbrasilieiros. **Curso de qualidade da carne e dos produtos cárneos/ EMBRAPA. CPPSul. Bagé, 174p. 2000.**

FISHER, A.V.; WOOD, J.D.; STEVENS, G.; ROBELIN, J. The relationship between carcass fatness and the lipid and protein content of beef. In: European Meeting of Meat Research Workers, 29. *Anais...*, v.1.p.48 - 54, Salsomaggiore, 1983.

FORREST, J.C.; ABERLE, E.D.; HEDRICK, H.B.; JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. **Fundamentos de ciencia de la carne.** Traduzido por BERNABÉ SANZ PÉREZ. Zaragoza : Acribia, 1979. 364p. Tradução de : Principles of meat Science.

GOLL, D.E.; OSUKA, Y.; NAGAINIS, P.A. ; SHANNON, J.D.; SATHE, S.K.; MUGURUMA, M. Role of muscle proteinases in maintenance of muscle integrity and mass. *Journal of Food Biochemistry*, v.7, p.137-177, 1983.

GUTIERREZ, J.B.; GARCIA-VILLANOVA, R.R.. La formación y estabilidad del color em derivados cárnicos. Relación entre la formación del nitrosopigmento y la presencia de ascórbico y nitrito. *Anal. Bromatol.*, v.33, nº1, p.59-60, 1981.

GUYTON, A . C. **Tratado de fisiologia médica.** 8ª ed. Rio de Janeiro : Guanabara, 1991.

H.GÜRTLER, H.A.KETZ, E.KOLB, L.SCHRÖDER e H.SEIDEL. **Fisiologia Veterinária.** Traduzido por: Waldir Gandolfi. 4ª ed.p.612, Rio de Janeiro, 1980.

HAM, A.W. *Histologia.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1960. Tradução por Antônio Baptista de Oliveira e outros. Tradução de: **Histology.**

HAMMOND, J. **Avances en fisiologia zootecnica.** Tradução por Pascual L. Lourenzo, Francisco Puchal Más, Félix S. Sánchez e outros. Zaragoza, España: Ed. Acribia, 1959, v.1.

IBGE. **Anuário estatístico do Brasil.** Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, v.58, 1998.

KEYS, A .; ANDERSON, J.T.; GRANDE, F. Serum cholesterol response to change in the diet IV: particular saturated fatty acids in the diet. **Metabolism**, v.14, p.776 - 787, 1965.

KILLEFER, J.; KOOHMARAIE, M. Bovine skeletal muscle calpastatin: cloning, sequence analysis and steady-state mRNA expression. **Journal of Animal Science**, v.72, p.606-614, 1994.

KOOHMARAIE, M. Role of endogenous proteases in meat tenderness. In: ANNUAL RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 1988, Laramie. Proceedings. Laramie. 1988.p. 89.

KOOHMARAIE M.; WHIPPLE G.; KRETCHMAR D. H.; CROUSE J. D. & MERSMANN H.J. *Post- mortem* Proteolysis in longissimus Muscle from Beef, Lamb na Pork Carcass. **Journal Animal Science** v.1, n^o.69, p.617 - 624, 1991.

KOOHMARAIE, M. Role of the neutral proteinases in *post mortem* muscle protein degradation and meat tenderness. In: RECIPROCAL MEAT CONFERENCE PROCEEDINGS, 45,P.63-71,1992.

KOOMARAIE, M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. **Meat Science**, Barking, v.43, p.S193-S201, Aug.1996.

LANGE, Y. & STECK, T.L. The role of intracellular cholesterol transport in cholesterol homeostasis. **Cell Biology**, 6, p.205 - 207, 1996.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D.L; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. Traduzido por Arnaldo Antônio Simões e Wilson Roberto Navega Lodi. 2^a.ed. São Paulo : Sarvier, 1995. 841p.

LIGHT, N.; CHAMPION, A..E.; VOYLE, C.; BAILEY, A. J. The role of epimysial, perimysial and endomysial collagen in determining texture in six bovine muscle. **Meat Science**, 132, p.137-149, 1985.

LOVE, J. Product acceptability evaluation. In: Pearson, A.M. & Dutson, T.R. **Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products**. Blackie Academic & Professional, Glasgow, UK, 1994, p.337-355.

LUCHIARI FILHO. Estudo Comparativo das características de carcaças de tourinho Nelore ½ Marchigiana : Nelore e ½ Chianina : Nelore. **Boletim da Indústria Animal**, v.38, p.9-17, 1981.

MACNAMARA, D.J. Coronary heart disease. In: BROWN, M.L (ed.) **Present knowledge in nutrition**, p.349,1990.

MAYES, P.A. Colesterol : síntese, transporte e excreção. In: MURRAY, R.K.; GRANNER, D.K.; MAYES, P.A E RODWELL, V.W. **Harper: Bioquímica**, 7ª.ed. São Paulo: Atheneu,p.262-274, 1994.

MIGUEL, GIULIANNA ZILOCCHI. **Caracterização da carcaça e da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L.1766) em idade adulta**. Lavras: UFLA, ,2002 107p. (Dissertação de Mestrado em Ciência dos Alimentos).

MILLER, R.K. Obtendo carne de qualidade consistente. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro, 2001. P.123-142.

MILTENBURG, G.A.J., WENSING, T.H., SMULDERS, F.J.M., BREUKINK, H.J. Relationship between blood hemoglobin plasm and tission muscle heme pigmente, and carcass color of veal. **Journal Animal Science**. V.70, nº 9, p.2766-2772, 1992.

MONTEIRO, E.M. **Influência do cruzamento Ile de France x Corriedale (F1) nos parâmetros de qualidade da carne de cordeiro**. São Paulo, 1998.99p. (Tese de Doutorado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo).

MOONEY, M.T.; FRENCH, P.; MOLONEY, A.P.; O'RIORDAN, E. e TROY, D.J. Quality differences between herbage and concentrate fed beef animals. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 44, 1998. **Anais...** Barcelona: ICOMST, 1998.

NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM - Second Report of the Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in adults - Circulation, 1994.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne** : tecnologia de sua obtenção e transformação. Goiânia : Centro Editorial e Gráfico Universidade de Goiás, 1993. V.1,586p.

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

RICO, D.D.A.. Calidad de las producciones ovinas. Criterios tecnicos, exigencias comerciales. In: CURSO INTERNACIONAL SOBRE PRODUCCIÓN DE GANADO OVINO, 3., 1992, Zaragoza. **Anais...** Zaragoza, 1992. p.1-16.

ROSA, PAULO SÉRGIO.; ÁVILA, VALDIR SILVEIRA DE.; JAENISCH, FÁTIMA REGINA FERREIRA. Restrição alimentar em frangos de corte: como explorar suas potencialidades. **Comunicado Técnico**. EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. Concórdia, Santa Catarina. Julho,2000, p.1-4.

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**, New York, v.33, n.1, p.77-85, 1999.

SABINE, J.R. **Cholesterol**. Marcel Dekker Inc., New York, USA, 1977, p.5-26.

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

SALAMINO, F., SPARATORI, B., MELLONI, E., MICHETTI, M., VIOTTI, P.L., PONTREMOLI, S.; CARAFOLI, E. The plasma membrane calcium pump is the preferred calpain substrate within the erythrocyte. **Cell calcium**, v.15, p.28-35, 1994.

SALVA, T.J.G. Tecnologia para Redução de Colesterol em Alimentos: Métodos Enzimáticos Fatores que Influenciam os Níveis de Colesterol nos Alimentos. In: **Seminário "Colesterol": Análise, Ocorrência, Redução em Alimentos e Implicações na Saúde**, p.7-13, Campinas: ITAL, 1996.

SAÑUDO, C. La calidad de la canal y de la carne en el Ternasco de Aragón. **Tesis Doctoral**. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. Zaragoza, Espanha. 337p.1980.

SAÑUDO, C.; SIERRA, I.; ALCALDE, M.J.; ROTA, A.; OSORIO, J.C. Carcass and meat quality of light and medium weight Rasa Aragonesa, Lacaune and German Merino lambs. **43rd Annual Meeting of the European Association for Animal Production**. Madrid, España.1992.

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

SILVEIRA, E.T.F. Bem estar animal e seus impactos na indústria de carnes do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro, 2001. P.56-79.

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

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

SOUZA, X.R. **Efeitos de grupo genético, sexo e peso ao abate na qualidade de carne de cordeiros em crescimento**. Lavras: UFLA, 2001. 116p. (Dissertação de Mestrado em Ciência dos Alimentos).

STAMLER, J.; WENTWORTH, D.& NEATON, J.D. Is the relationship between serum cholesterol and risk of premature death from coronary heart disease continous or graded? **Journal of Americam Medical Association**, v.256,p.2823-2828, 1986.

SZCZESNIAK, A.. S. Sensory texture evaluation methodology. In: ANNUAL RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 39,1986. **Proceedings**. Chicago, 1986.p.86.

TAYLOR, D.G. & SMITH, L.W. The influence of breed and type of feed on the cholesterol content of the muscle *longissimus dorsi* of steers. **Australian Journal Experimental Agriculture**, 30:6, p.797-799, 1990.

WATANABE, A. et al. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. **Meat Science**, Barking, v.42, nº 1, p.67-78, 1996.

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

WHEELER, T.L.; SHACKEFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. Sampling, cooking and curing effects on Warner-Brazler Shear Force values in beef. **Journal Animal Science**, Champaign, 74, p.1553-1562, 1996.

WILLIAMSON, G.E.PAYNE,W.J.A. (1980). Cattle Production. In: Rhind, W.J.A. (ed). **Animal Husbandry in the Tropics**. Longman Group Ltd, London.pp.196.

YOUNG, O.A., DOBBIE, J.L. Characteristics of intramuscular collagen in two sheep breeds. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.37, n.1, p.93-97, 1994.

ZAPATA, J.F.F.; SEABRA, L.M.J.; NOGUEIRA, C.M.; BARROS, N. Composição centesimal e lipídica da carne de ovinos do Nordeste Brasileiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, nº 4, p.691-695, 2001.

ZEOLA, NIVEA MARIA BRANCACCI LOPES.; Conceitos e parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da carne ovina. **Revista Nacional da Carne** 304, p. 36-55, 2002.

CAPÍTULO II

INFLUÊNCIA DAS RESTRIÇÕES ALIMENTARES SOBRE OS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS NA CARNE DE CORDEIROS.

RESUMO

REBELLO, Flávia de Floriani Pozza. Influência das restrições alimentares sobre os parâmetros físico-químicos na carne de cordeiros. In :---**Restrição alimentar na qualidade da carne de cordeiros**, 2003 p.45-85. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.¹

Com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes dietas (ad libitum (AD), restrição pré-natal (Pe) e restrição pós-natal (Po)) e diferentes pesos ao abate sobre os parâmetros físico-químicos da carne de ovinos, 48 cordeiros machos da raça Santa Inês deslanada pura foram abatidos com 15, 25, 35 e 45kg. Os cordeiros foram submetidos a jejum de 16 horas e a sangria foi feita por secção da artéria carótida e veia jugular, seguida da evisceração. A carcaça foi resfriada a 2°C por 24 horas, seccionada longitudinalmente. Dos lombos da meia carcaça direita, foi retirado o músculo longissimus dorsi (LD) no qual foram analisados: pH (com potenciômetro, dotado de eletrodo de inserção de vidro), cor (sistema CIEL*a*b*), perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC). As análises foram realizadas no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Nos pesos avaliados foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) em todos os parâmetros: a velocidade de queda do pH nos animais mais pesados (45 kg) foi superior à dos demais, com instalação do rigor mortis entre 4 e 6 horas após o abate; o valor L^* apresentou valores de 47,13 (15 kg), 43,65 (25 kg), 48,23 (35 kg) e 45,39 (45 kg); o valor a^* apresentou valores de 12,89 (15 kg), 14,78 (25 kg), 13,04 (35 kg) e 13,22 (45 kg); o valor b^* , valores de - 3,25 (15 kg), 1,54 (25 kg), 3,56 (35 kg) e 2,20 (45 kg). Para a PPC, os resultados foram: 20,57% (15 kg), 31,14% (25 kg), 30,81% (35 kg) e 28,98% (45 kg) e para a FC 2,92 kgf (15 kg), 3,28 kgf (25 kg), 3,79 kgf (35 kg) e 4,36 kgf (45 kg). As dietas influenciaram os valores de L^* (47,77 - AD ; 44,35 - Pe ; 46,19 - Po); a^* (13,50 - AD; 14,68 - Pe ; 12,35 - Po); b^* (3,49 -AD; - 0,86 Pe; 0,40 - Po) e os valores de FC (3,55 kgf - AD; 3,67 kgf - Pe; 3,54 kgf - Po).

¹ Comitê de orientação : Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora); Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA e Roberta Hilsdorf Piccolo do Valle - UFLA.

ABSTRACT

REBELLO, Flávia de Floriani Pozza. Influence of the alimentary restrictions on the physiochemical parameters in the meat of lambs. In:---**Alimentary restriction in the quality of the lambs meat**. UFLA,2003 p.45-85. Dissertation (Master's degree in Foods Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.¹

With the objective of evaluating the effect of different diets (*ad libitum* (AD), prenatal restriction (Pe) and postnatal restriction (Po)) and different weights at slaughter on the physiochemical parameters of the sheep meat, 48 male lambs of the pure Santa Inês breed without wool were slaughtered with 15, 25, 35 and 45kg. The lambs were submitted to fasting of 16 hours and the blood-letting was made by section of the carotid artery and jugular vein following by the evisceration. The carcass was cooled to 2°C by 24 hours and split up longitudinally. Of the loins of the right half carcass it was taken out the muscle *longissimus dorsi* (LD) in which were analyzed: pH (with potentiometer, endowed with electrode of glass insert), color (CIEL *a*b * system), weight cooking loss (PPC) and shear force (FC). The analyses were carried out in the Department of Foods Science (DCA) of Universidade Federal de Lavras (UFLA). In the evaluated weights it was observed significant differences ($P < 0,05$) in all of the parameters: the speed of the pH drop in the heaviest animals (45 kg) was superior to that of the others, with installation of the *rigor mortis* between 4 and 6 hours after slaughtering; the L* value showed values of 47.13 (15 kg), 43.65 (25 kg), 48.23 (35 kg) and 45.39 (45 kg); the a* value presented values of 12.89 (15 kg), 14.78 (25 kg), 13.04 (35 kg) and 13.22 (45 kg); the b* value showed values of - 3.25 (15 kg), 1.54 (25 kg), 3.56 (35 kg) and 2.20 (45 kg). For PPC, the results were: 20.57% (15 kg), 31.14% (25 kg), 30.81% (35 kg) and 28.98% (45 kg) and for FC 2.92 kgf (15 kg), 3.28 kgf (25 kg), 3.79 kgf (35 kg) and 4.36 kgf (45 kg). The diets influenced the L* values (47.77 - AD; 44.35 - Pe; 46.19 - Po); a* values (13.50 - AD; 14.68 - Pe; 12.35 - Po); b* values (3.49 - AD; - 0.86 Pe; 0.40 - Po) and the values of FC (3.55 kgf - AD; 3.67 kgf - Pe; 3.54 kgf - Po).

¹ Guidance Committee: Maria Cristina Bressan - UFLA (Advisor); Juan Ramón Olalquiaga Pérez – UFLA e Roberta Hilsdorf Piccolo do Valle - UFLA.

1 INTRODUÇÃO

Um total de 60% do rebanho mundial encontra-se em regiões tropicais e subtropicais. O território brasileiro apresenta uma grande área com essas características (ver Referencial Teórico, Capítulo 1) e cuja sazonalidade determina escassez de alimentos e restrições nutricionais importantes. Considerando que a maioria das criações é realizada em sistemas extensivos de produção, a perda de peso desses animais é uma consequência conhecida. Entretanto, é desconhecida a influência da restrição alimentar na qualidade da carne.

As características de qualidade da carne apresentam variações que estão relacionadas a vários fatores, como: espécies (Jardim, 2001), idade de abate (Prado, 1999), planos nutricionais (Garcia, 1998), peso de abate (Souza, 2001), sexo (Bonagurio, 2001), manejo pré-abate (Culau, 1991; Bressan, 1998) e manejo *post-mortem* (Bressan, 1998). Esses fatores influenciam a extensão e a velocidade da glicólise, bem como o valor do pH final, que são importantes sobre as características da carne e de sua vida de prateleira.

Atualmente, o consumidor tem consciência da importância de consumir um alimento saudável e que seja, ao mesmo tempo, prático e saboroso. Portanto, ele tem se tornado cada vez mais exigente e o mercado tem se esforçado bastante para atendê-lo. Ao adquirir um produto que lhe satisfaça, o consumidor espera que em sua próxima compra esse produto mantenha as mesmas características; do contrário, dificilmente ele irá readquiri-lo.

As características físico-químicas da carne são parâmetros importantes, pois estão relacionados diretamente com os aspectos sensoriais de aparência (brilho, coloração), responsável pela aceitação ou não do produto no momento da compra. Outras características também importantes são o aroma e a

suculência. Dentre as características organolépticas da carne (coloração, maciez, suculência e sabor), a maciez é considerada a mais importante após a compra. Ela pode ser definida como a resistência à mastigação, que apresenta sensações distintas: uma inicial, com facilidade de penetração e corte; uma mais prolongada, com resistência à ruptura e uma final, com sensação de resíduo (Koochmaraie et al., 1991). A maciez, a suculência e o aroma determinam a aceitação do corte como um todo e do tipo de carne, bem como a frequência com que o consumidor adquirirá o produto (Miguel, 2002).

Pouco se sabe sobre o efeito das restrições alimentares sobre a qualidade da carne de cordeiros abatidos em diferentes pesos. O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos da restrição alimentar pré e pós-natal em cordeiros abatidos com diferentes grupos de peso (GP).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Animais e tratamentos

As ovelhas que geraram os cordeiros para o experimento foram divididas aleatoriamente em dois grupos distintos. Em um dos grupos (cujos cordeiros seriam de restrição pré e pós-natal), as ovelhas foram mantidas confinadas em gaiolas individuais, providas de cochos e balde com água limpa. No outro grupo, as ovelhas foram mantidas juntas (as que gerariam os cordeiros *ad libitum*). Em ambos os grupos, as ovelhas foram mantidas em confinamento durante o 1/3 final da gestação (dos 100 aos 150 dias).

As ovelhas dos dois grupos foram alimentadas duas vezes ao dia, pela manhã e à tarde, com uma mistura concentrada (milho moído, farelo de soja, uréia e premix mineral), polpa cítrica (subproduto industrial de frutos cítricos, prensado e seco) e cana-de-açúcar picada, oferecidas à vontade para o grupo coletivo (*ad libitum*) e controlada para as que estavam em gaiolas individuais, de acordo com os tratamentos propostos. Ambos os grupos receberam água à vontade.

Ao nascerem, os cordeiros foram mantidos com suas respectivas mães até os três primeiros dias de vida para que pudessem se alimentar do colostro. A maioria das ovelhas gerou dois cordeiros cada uma. Após os três dias, os cordeiros foram separados de suas mães e colocados em uma baia coletiva, passando a receber um suscdâneo, constituído de uma mistura de leite de vaca integral, ovo em pó integral e água, até completarem 15 dias de vida. As quantidades eram controladas de acordo com cada tratamento. Após 15 dias, os cordeiros foram colocados em gaiolas individuais e passaram a receber o mesmo suscdâneo acrescido de leite em pó integral e também uma mistura concentrada (Tabela 1.4). Esse tipo de alimentação foi oferecido aos cordeiros até que

completassem 60 dias de vida. Após esse período, os cordeiros foram desaleitados e passaram a receber somente a mistura concentrada e água até o dia do abate.

Destes, foram utilizados 48 cordeiros machos, sendo 16 animais em restrição pré-natal, 16 em restrição pós-natal e 16 *ad libitum*. Em cada uma das dietas, os animais foram subdivididos em quatro pesos ao abate, sendo 4 de 15 kg, 4 de 25 kg, 4 de 35 kg e 4 de 45 kg.

Na véspera do abate, os animais foram mantidos em jejum e dieta hídrica de 16 horas. Os animais foram insensibilizados com choque mecânico na região têmporo-occipital e, em seguida, sangrados pela secção das artérias carótidas e veia jugular. Após, os animais foram submetidos à evisceração e as carcaças, após 4 horas mantidas à temperatura ambiente, para evitar o encurtamento pelo frio, foram resfriadas a 2°C. Após a evisceração, procedeu-se às leituras de pH e temperatura no músculo LD no lado esquerdo da carcaça, aos 75 minutos (tempo decorrido do momento da sangria até a evisceração) e 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 24 horas *post mortem* (p.m.). Utilizou-se potenciômetro digital portátil (DIGIMED M DM 20), com eletrodo de inserção, com resolução de 0,01 unidade de pH. A leitura foi realizada quatro vezes no músculo, a cada duas horas, com penetração do eletrodo de vidro em uma pequena incisão feita com uma faca pontiaguda, mantendo-o introduzido até estabilização, indicada pelo próprio aparelho. O potenciômetro foi calibrado em dois pontos, com auxílio de soluções tampão em pH 4,00 e 6,86. Para a análise estatística, foi utilizado o valor médio dos resultados obtidos.

A medida da gordura subcutânea foi realizada entre a 12ª e a 13ª costela, com auxílio de paquímetro (medição em milímetros), 24 horas após o abate.

2.2 Coleta e preparo da amostra

Os cortes foram realizados p.m. 24 horas e os lombos direitos foram levados para o Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, onde foram embalados em sacolas plásticas, identificados e congelados a 18°C negativos por aproximadamente cinco dias. Decorridos os cinco dias, essas amostras foram descongeladas por 24 horas a 5°C, dissecados e o músculo (LD) foi dividido em três porções iguais (cranial, medial e caudal).

2.3 Análises laboratoriais

A primeira análise a ser realizada foi a cor, por meio do Sistema CIEL*a*b*, em que L* representa o índice de luminosidade, a* o teor de vermelho e b* o teor de amarelo. A análise foi realizada com auxílio de um colorímetro (Minolta Chroma Meter, M CR-300b), calibrado para um padrão branco em ladrilho (Bressan, 1998). A superfície das porções cranial, medial e caudal foram previamente expostas à atmosfera com temperatura em torno de 25°C por 20 minutos, seguindo-se as leituras. Em cada porção foram realizadas três medidas em pontos distintos e o valor médio desses resultados foi utilizado na análise estatística. Feita a determinação de cor de cada porção do músculo LD, estas foram cortadas em retângulos menores de 5,5 cm de comprimento, por 4,0 cm de largura e 1,5 cm de espessura, de modo que cada retângulo pesasse, em média, 30 gr. O restante do músculo foi conservado em papel alumínio e em sacolas plásticas de cor escura, identificadas para posterior análise da composição centesimal e colesterol. Cada retângulo foi então pesado em balança semi-analítica no Laboratório de Carnes do Departamento de Ciência dos Alimentos, tendo seu peso anotado como o peso antes do cozimento. Depois de pesado, colocou-se cada retângulo em sacolas plásticas de polietileno de 10 X 16

cm, devidamente identificadas. As amostras foram então cozidas em banho-maria (QUIMIS) a 70°C, por 30 minutos (Onyango et al.,1998). Após 30 minutos, as amostras foram esfriadas em água corrente por 15 minutos, secas em papel e novamente pesadas, tomando-se o peso anotado como sendo o peso após o cozimento. A diferença entre o peso após o cozimento e antes do cozimento, transformada em porcentagem, foi tida como a diferença de peso por cozimento (PPC). Após a determinação da PPC, cada porção (cada retângulo cozido) foi fatiada no sentido das fibras em retângulos de aproximadamente 2,5cm de comprimento por 1,0cm de largura e 0,2cm de espessura. De cada retângulo que representava a porção, foram retirados três retângulos, num total de nove. Estes foram identificados e analisada a força de cisalhamento (FC) em texturômetro (TA XT2 i), acoplado à probe guilhotina, numa escala variando de 0 a 10kgf (Wheeler & Koohmaraie, 1994). A leitura foi feita em kgf (quilograma-força).

2.4 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x4, sendo três dietas (restrição pré-natal, restrição pós-natal e *ad libitum*) e quatro pesos ao abate (15, 25, 35 e 45kg), com quatro repetições. A unidade experimental foi composta por um animal para as análises de cor, PPC e FC. O programa estatístico utilizado foi o SAS (1985). Quando a análise de variância (Tabelas 1A, 2A e 3A do Anexo A) determinou diferença significativa entre os tratamentos, estes foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de significância.

O modelo estatístico foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + p_i + d_j + (pd)_{ij} + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = observação no peso de abate i , na dieta j , na repetição k ;

μ = média geral do experimento;

p_i = efeito do peso de abate i , com $i = 1, 2, 3$ e 4 ;

d_j = efeito da dieta j , com $j = 1, 2$ e 3 ;

$(pd)_{ij}$ = efeito da interação do peso de abate i com a dieta j ;

e_{ijk} = erro experimental associado à observação Y_{ijk} , que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

A análise de variância dos dados de pH foi realizada através do programa estatístico SAS (1985), sendo as medidas submetidas à análise de regressão pelos programas estatísticos Table Curve v.2.03 (Jandel Scientific Incorporation) e Fcalc 32 for Windows v.11.

O modelo estatístico utilizado para as medidas de pH foi :

$$Y_{ijkl} = \mu + p_i + d_j + (pd)_{ij} + G(ij)l + tk + (pt)_{ik} + (dt)_{jk} + (pdt)_{ijk} + e(ij)kl$$

em que:

Y_{ijkl} = valor de pH no horário de leitura i , no animal j , no tempo k e na repetição l ;

μ = média geral do experimento;

p_i = efeito do peso de abate i , com $i = 1, 2, 3$ e 4 ;

d_j = efeito da dieta j , com $j = 1, 2$ e 3 ;

$(pd)_{ij}$ = efeito da interação do peso de abate i com a dieta j ;

$G(ij)l$ = erro referente à parcela ;

t_k = efeito do tempo k , com $k = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ e 8 ;

$(pt)_{ik}$ = efeito da interação do peso de abate i com o tempo k ;

$(dt)_{jk}$ = efeito da interação da dieta j com o tempo k ;

$(pdt)_{ijk}$ = efeito da interação do peso de abate i com a dieta j e com o tempo k ;

e_{ij} = o erro experimental associado à observação Y_{ijkl} , que, por hipótese, tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Declínio de pH *post mortem* (p.m.)

As curvas de pH do músculo LD de cordeiros abatidos em diferentes pesos (Figuras 2.1 e 2.2) apresentaram comportamento exponencial, com queda mais acentuada nas primeiras horas, seguida de estabilização. Houve diferença ($P < 0,05$) entre os pesos de abate dentro dos horários de medida. Entretanto, as diferentes dietas não influenciaram o descenso de pH, o início do *rigor* e o pH final dos músculos LD dos cordeiros avaliados. O estudo de regressão realizado para os diferentes pesos de abate mostrou coeficientes de correlação (R^2) de 98,91%, 99,21%, 97,00% e 97,69% para os animais de 15, 25, 35 e 45 kg, respectivamente. O quadro da ANAVA encontra-se na Tabela 1A em Anexos.

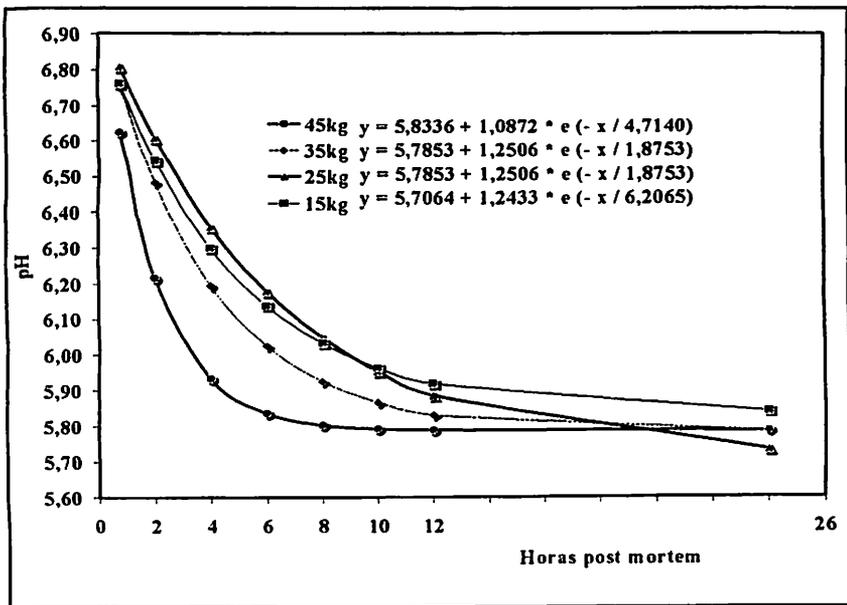


FIGURA 2.1. Curvas de descenso de pH x tempo(h) *post mortem* do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros.

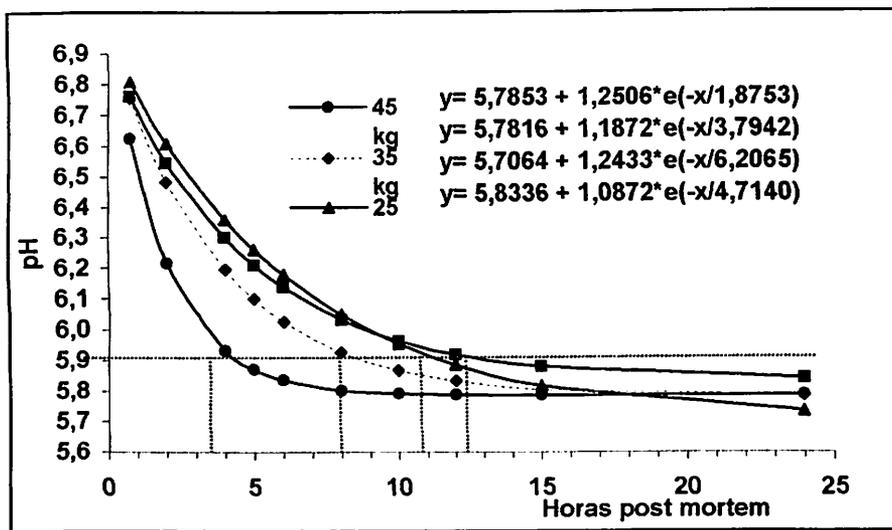


FIGURA 2.2. Relação entre os tempos e o momento em que o músculo *longissimus dorsi* de cordeiros de 15, 25, 35 e 45kg atingiu o *rigor mortis*.

Com base na Figura 2.2, é possível observar que os animais de 45 kg atingiram o *rigor* às 4,42 horas p.m., enquanto que nos animais de 15 kg a queda do pH foi menos acentuada e a instalação do *rigor* ocorreu de forma mais tardia (às 13,18 horas p.m.). Isso provavelmente ocorreu em razão dos animais mais pesados possuírem uma quantidade de gordura de cobertura maior do que os mais leves. A gordura atua como isolante térmico, mantendo a temperatura da carcaça alta por mais tempo, favorecendo a queda da glicose e do pH. Os cordeiros apresentam um crescimento mais acelerado do tecido ósseo e muscular nas fases iniciais de crescimento (15 e 25 kg) em relação ao tecido adiposo e por isso não apresentam a gordura verificada no grupo de 45 kg, como mostra a Tabela 2.1 (quadro ANAVA na tabela 1B em Anexos).

TABELA 2.1. Valores médios de espessura de gordura subcutânea (EGS) em mm e seus respectivos erros-padrão (\pm EP) do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros para a dietas nos diferentes pesos de abate.

Dietas	Pesos de abate				Médias
	15 kg	25 kg	35 kg	45 kg	
<i>ad libitum</i>	0,31 ^a \pm 0,17	0,83 ^a \pm 0,17	1,40 ^b \pm 0,17	1,99 ^{ab} \pm 0,17	1,13 ^b \pm 0,08
pré-natal	0,38 ^a \pm 0,17	1,13 ^a \pm 0,17	2,31 ^a \pm 0,17	2,26 ^a \pm 0,17	1,52 ^a \pm 0,08
pós-natal	0,36 ^a \pm 0,17	0,80 ^a \pm 0,17	0,91 ^b \pm 0,17	1,53 ^b \pm 0,17	0,90 ^b \pm 0,08
Médias	0,35 \pm 0,10	0,92 \pm 0,10	1,54 \pm 0,10	1,93 \pm 0,10	

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey, a 5% de significância

Immonem et al. (2000) relatam que animais abatidos com o mesmo peso, embora com maior quantidade de glicogênio, apresentam valores de pH final menores. Cordeiros que sofrem algum tipo de estresse no momento do abate apresentam uma menor reserva de glicogênio muscular e valores de pH final acima de 5,80 (Devine et al., 1993; Apple et al., 1995).

A diferença de pH nos diferentes pesos de abate possivelmente não foi devido ao estresse, pois os valores de pH final, na maioria dos animais do presente estudo, ficaram abaixo de 5,80 (com exceção apenas dos animais de 15kg).

Dados médios e comportamento de pH final semelhantes a esse trabalho em ovinos foram descritos por Prado (1999), Bonagurio (2001), Souza (2001), Koomaraie et al. (1989), Krausgrill et al. (1999) e Vergara & Gallego (2000).

Em capivaras, Miguel (2002) encontrou valores médios de 5,89 no músculo LD às 4 horas p.m., ou seja, uma instalação de *rigor* considerada normal. Entretanto, Jardim (2001) descreveu valores entre 6,29 e 6,35 nas 5

horas p.m e de 6,02 nas 24 horas *post mortem*. Os valores elevados encontrados no trabalho de Jardim (2001) foram atribuídos às condições pré-abate, nas quais o tempo de transporte foi longo (mais de 6 horas), associadas à brigas dos animais nas baias. Os animais ficaram expostos então a situações de estresse por um longo período, o que possivelmente causou o consumo das reservas de glicogênio e a baixa extensão da glicólise.

Em carne de bovinos, Honikel et al. (1981) determinaram que o início do *rigor* ocorre com pH 5,9 em concentração de ATP igual a 1,0 $\mu\text{mol/g}$, que coincidem com a baixa extensibilidade muscular. Esse mesmo valor de pH foi também considerado como indicativo do início do *rigor* em aves (Dunn et al., 1995).

As médias de pH para o músculo LD e temperaturas no interior das massas musculares em diferentes pesos de abate são apresentadas na Tabela 2.2. Para carne, são considerados normais valores de pH finais entre 5,5 e 5,8 (Forrest et al., 1979). Valores acima de 6,0 reduzem a vida de prateleira da carne e provocam alterações negativas no sabor e odor da carne de cordeiros (Pedersen, 1994).

No presente trabalho, os pHs finais médios (24 horas p.m.) foram de 5,84 (15 kg), 5,73 (25 kg) e 5,78 (35 e 45 kg), o que demonstra que houve uma acidificação adequada da carne.

TABELA 2.2. Médias e erro padrão (\pm EP) de pH e temperatura ($^{\circ}$ C) no músculo *longissimus dorsi* de cordeiros.

Horas p.m	Peso de abate							
	15 kg		25 kg		35 kg		45 kg	
	pH	T $^{\circ}$ C						
0,75	6,76 \pm 0,04	36,3 \pm 0,14	6,81 \pm 0,04	38,1 \pm 0,14	6,76 \pm 0,07	39,2 \pm 0,14	6,62 \pm 0,05	40,0 \pm 0,14
2	6,54 \pm 0,04	31,0 \pm 0,14	6,61 \pm 0,04	32,4 \pm 0,14	6,48 \pm 0,07	34,1 \pm 0,14	6,22 \pm 0,05	35,4 \pm 0,14
4	6,30 \pm 0,04	22,0 \pm 0,14	6,36 \pm 0,04	23,6 \pm 0,14	6,20 \pm 0,07	26,5 \pm 0,14	5,93 \pm 0,05	28,7 \pm 0,14
6	6,14 \pm 0,04	16,0 \pm 0,14	6,18 \pm 0,04	17,8 \pm 0,14	6,03 \pm 0,07	19,5 \pm 0,14	5,84 \pm 0,05	21,6 \pm 0,14
8	6,03 \pm 0,04	8,9 \pm 0,14	6,05 \pm 0,04	12,0 \pm 0,14	5,93 \pm 0,07	13,9 \pm 0,14	5,80 \pm 0,05	15,8 \pm 0,14
10	5,96 \pm 0,04	6,0 \pm 0,14	5,95 \pm 0,04	7,5 \pm 0,14	5,87 \pm 0,07	8,9 \pm 0,14	5,79 \pm 0,05	10,3 \pm 0,14
12	5,92 \pm 0,04	3,5 \pm 0,14	5,89 \pm 0,04	4,7 \pm 0,14	5,83 \pm 0,07	5,6 \pm 0,14	5,79 \pm 0,05	6,5 \pm 0,14
24	5,84 \pm 0,04	1,0 \pm 0,14	5,73 \pm 0,04	1,3 \pm 0,14	5,78 \pm 0,07	1,3 \pm 0,14	5,78 \pm 0,05	1,7 \pm 0,14

3.2 Cor

As médias dos dados para os diferentes componentes de cor do músculo LD de cordeiros, de acordo com as dietas e pesos ao abate, estão apresentados nas Figuras 2.3, 2.4 e 2.5 e a análise estatística desses dados apresentados no quadro ANAVA na Tabela 2A, em Anexos.

3.2.1 Luminosidade (L*)

Os dados médios dos valores de a* para as dietas e os pesos de abate estão representados na Tabela 2.3.

TABELA 2.3. Valores médios de luminosidade (L*) e seus respectivos erros-padrão (\pm EP) do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros para as dietas nos diferentes pesos de abate.

Dietas	Pesos de abate				Médias
	15 kg	25 kg	35 kg	45 kg	
<i>ad libitum</i>	48,64 ^a \pm 0,99	49,53 ^a \pm 0,99	51,07 ^a \pm 0,99	41,84 ^b \pm 0,99	47,77 ^a \pm 0,49
pré-natal	48,07 ^a \pm 0,99	36,45 ^c \pm 0,99	45,88 ^b \pm 0,99	46,98 ^a \pm 0,99	44,35 ^b \pm 0,49
pós-natal	44,68 ^a \pm 0,99	44,97 ^b \pm 0,99	47,73 ^b \pm 0,99	47,36 ^a \pm 0,99	46,18 ^a \pm 0,49
Médias	47,13 \pm 0,57	43,65 \pm 0,57	48,22 \pm 0,57	45,39 \pm 0,57	

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

A luminosidade no músculo LD foi influenciada pelas dietas ($P < 0,01$) e pelos pesos de abate ($P < 0,01$), além de ter havido interação entre esses fatores ($P < 0,01$), como mostrado na Figura 2.3.

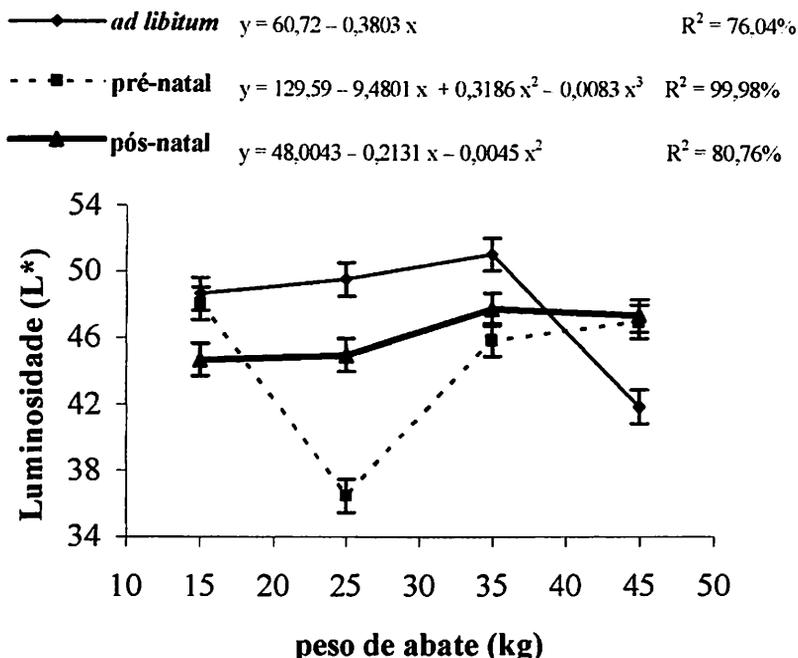


FIGURA 2.3. Valores médios de luminosidade (L*) nos diferentes pesos de abate, para as dietas e suas respectivas equações de regressão.

A análise de regressão mostrou que as dietas AD e restrição Po apresentaram um comportamento similar para os animais de 15, 25 e 35 kg, embora os animais submetidos ao tratamento AD tenham tido valores de L* mais elevados do que os animais do tratamento Po. O valor L* determina a variação de branco a preto. Com base na Figura 2.3 e na Tabela 2.3, pode-se observar que os cordeiros que receberam nutrientes em condições adequadas mostraram carnes mais claras do que aqueles submetidos a dietas com escassez de nutrientes (como no caso dos animais submetidos à restrição Po). Os animais do grupo de restrição Pe, aos 15 kg, mostraram um L* médio semelhante ao do grupo AD. Entretanto, aos 25 kg, o L*, que apresentava valores acima de 48,

passou a valores inferiores a 37, mostrando que houve um escurecimento significativo dessa carne até os 35 kg. Aos 35 kg, essa carne atingiu novamente valores altos de L*, próximos de 46. Comparando-se os resultados dos animais aos 45 kg, verificou-se que os animais submetidos às restrições Pc e Po apresentaram comportamento semelhante, com valores próximos de 47 em ambas. Entretanto, nesse mesmo peso, os animais da dieta AD apresentaram uma queda acentuada, atingindo valores próximos de 42, indicando que houve um escurecimento na carne desses animais, ao contrário do que foi observado para os animais submetidos às restrições alimentares. As diferenças nos dados de luminosidade refletiram, possivelmente, o efeito das dietas sobre o desenvolvimento dos diferentes tecidos constituintes da carcaça.

3.2.2 Teor de vermelho (a*)

Os dados médios dos valores de a* para as dietas e os pesos de abate estão representados na Tabela 2.4.

TABELA 2.4. Valores médios de teor de vermelho (a*) e seus respectivos erros-padrão (\pm EP) do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros para as dietas nos diferentes pesos de abate.

Dietas	Pesos de abate				Médias
	15 kg	25 kg	35 kg	45 kg	
<i>ad libitum</i>	12,48 ^a \pm 0,79	13,42 ^b \pm 0,79	13,78 ^a \pm 0,79	14,30 ^a \pm 0,79	13,49 ^{ab} \pm 0,39
pré-natal	13,45 ^a \pm 0,79	18,78 ^a \pm 0,79	13,49 ^a \pm 0,79	13,00 ^a \pm 0,79	14,68 ^a \pm 0,39
pós-natal	12,75 ^a \pm 0,79	12,13 ^b \pm 0,79	11,85 ^a \pm 0,79	12,66 ^a \pm 0,79	12,35 ^b \pm 0,39
Médias	12,89 \pm 0,45	14,78 \pm 0,45	13,04 \pm 0,45	13,32 \pm 0,45	

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

O teor de vermelho (a*) no músculo LD sofreu influência das dietas ($P < 0,01$) e dos pesos de abate ($P < 0,05$). Houve interação entre a dieta de restrição Pe e os pesos de abate ($P < 0,01$), o que não ocorreu para as dietas AD e restrição Po, que mostraram-se independentes (Figura 2.4). A análise de regressão mostrou que os animais submetidos aos três tratamentos apresentaram comportamento semelhante aos 15, 35 e 45 kg, ocorrendo um aumento no valor de a*, com o aumento de peso ao abate. Aos 25 kg, houve um aumento nos valores de a* para os animais submetidos à restrição Pe, atingindo valores próximos de 19. Dos 25 aos 35 kg, esses animais apresentaram uma queda, atingindo valores próximos de 14, semelhante ao que aconteceu com os animais de 15 kg nessa mesma dieta. Aos 45 kg, os animais submetidos às restrições Pe e Po apresentaram comportamento semelhante, apresentando valores próximos de 13.

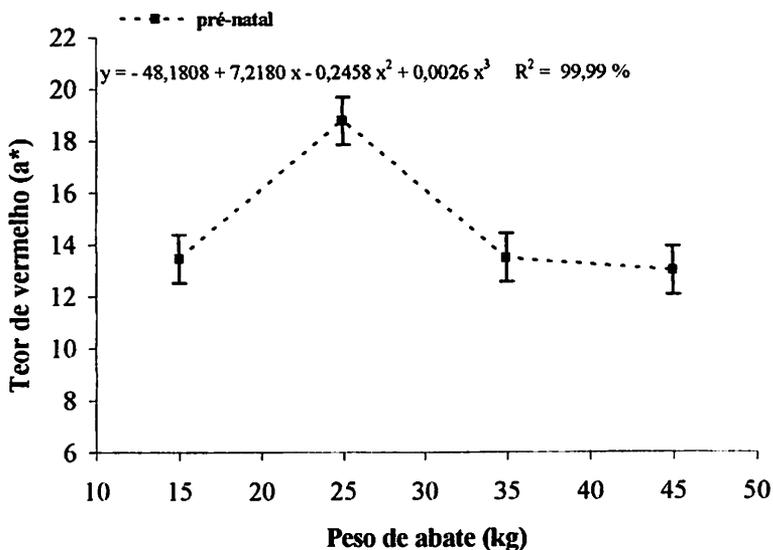


FIGURA 2.4. Valores médios do teor de vermelho (a*) nos diferentes pesos de abate, para a dieta de restrição Pe e sua respectiva equação de regressão.

Os animais de restrição Pc provavelmente apresentaram maior teor de vermelho, em razão de terem apresentado maior quantidade de gordura de cobertura (Tabela 2) e pouca gordura intramuscular e intermuscular. Como as análises de cor foram realizadas no músculo isento de gordura de cobertura, havia mais músculo c, como a mioglobina está concentrada no músculo, conseqüentemente os teores de a* foram maiores nesses animais. Os animais de restrição Po, ao contrário, possivelmente apresentaram maior quantidade de gordura intramuscular e intermuscular, o que levou a uma redução nos teores de vermelho. Além disso, provavelmente, nesses animais, a síntese de mioglobina foi prejudicada após os 25 kg, em razão da quantidade de alimento fornecida ser menor do que a necessária para o desenvolvimento adequado desses animais. Nos animais AD houve um crescimento constante, pois esses animais receberam a mesma alimentação durante todo o seu crescimento.

3.2.3 Teor de amarelo (b*)

Os dados dos valores médios de b* estão representados na Tabela 2.5.

TABELA 2.5. Valores médios de teor de amarelo (b*) e seus respectivos erros-padrão (\pm EP) do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros para as dietas nos diferentes pesos de abate.

Dietas	Pesos de abate				Médias
	15 kg	25 kg	35 kg	45 kg	
<i>ad libitum</i>	-2,53 ^a \pm 1,27	5,25 ^a \pm 1,27	8,89 ^a \pm 1,27	2,34 ^a \pm 1,27	3,49 ^a \pm 0,63
pré-natal	-3,35 ^a \pm 1,27	-0,53 ^a \pm 1,27	4,10 ^c \pm 1,27	2,77 ^a \pm 1,27	-0,85 ^b \pm 0,63
pós-natal	-3,87 ^a \pm 1,27	-0,11 ^a \pm 1,27	-2,31 ^b \pm 1,27	1,48 ^a \pm 1,27	0,40 ^b \pm 0,63
Médias	-3,25 \pm 0,73	1,54 \pm 0,73	3,56 \pm 0,73	2,20 \pm 0,73	

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

A análise de regressão do músculo LD mostrou que o teor de b* (amarelo) foi influenciado pelas dietas ($P < 0,01$) e pelos pesos de abate ($P < 0,01$), além de ter havido interação entre dietas e pesos de abate ($P < 0,01$), como mostra a Figura 2.5.

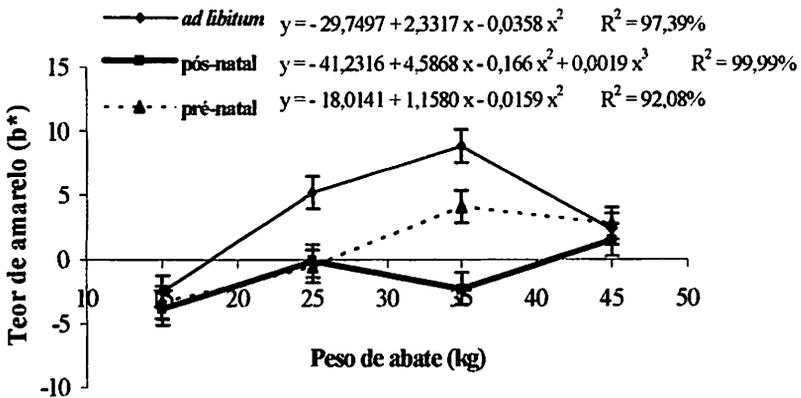


FIGURA 2.5. Valores médios do teor de amarelo (b*) nos diferentes pesos de abate, para as dietas e suas respectivas equações de regressão.

Os animais submetidos aos três tratamentos apresentaram resultados médios do teor de amarelo semelhantes até os 25 kg. Entretanto, a partir dos 25 kg, o comportamento dos dados foi semelhante somente entre as dietas AD e restrição Pe, sendo que os animais da dieta AD apresentaram os maiores teores. Dos 25 aos 35 kg e dos 35 aos 45 kg, o comportamento para os animais de restrição Po foi oposto ao das demais dietas, com queda atingindo valores próximos a -2, no primeiro caso e aumento atingindo valores próximos a -1,5, no segundo caso.

O valor b* está relacionado à disponibilidade de carotenóides na dieta. Os carotenóides, por serem precursores da vitamina A, são lipossolúveis.

podendo ser encontrados em maior quantidade na gordura. Provavelmente, os animais da dieta AD tiveram uma maior absorção e deposição de carotenóides a partir da dieta fornecida, do que os animais submetidos à restrição Pe. Isso possivelmente ocorreu porque esses animais concentraram a deposição de gordura e de carotenóides na superfície do músculo (gordura de cobertura), de modo que no músculo propriamente dito, houve pouca deposição destes. Assim como nos teores de a*, provavelmente os animais submetidos à restrição Po apresentaram baixa absorção e deposição de carotenóides na carne em razão de terem recebido alimentação para um ganho restrito de 150g/dia.

Comparação entre os resultados do experimento com os encontrados por outros autores

Observando-se os três componentes de cor juntos pode-se concluir, de maneira geral, que o músculo LD apresentou uma menor luminosidade e uma coloração mais avermelhada para os animais de 25 kg de restrição Pe e que os animais de 35 kg e dieta AD apresentaram os maiores teores de amarelo quando comparados aos animais de todas as demais dietas e pesos.

Bonagurio (2001), em cordeiros machos da raça Santa Inês, no músculo LD, encontrou valores médios de L* variando entre 36,31 e 27,21; de a*, entre 9,84 e 16,62 e de b*, entre 5,39 e 2,33. Souza (2001) encontrou valores médios de L* variando entre 38,00 e 31,36, de a* entre 12,27 e 18,01 e de b* entre 4,76 e 4,13 para cordeiros machos e fêmeas de raças cruzadas Santa Inês x Ile de France e Santa Inês x Bergamácia. Apesar de terem utilizados animais com pesos semelhantes, ambos os autores trabalharam com animais *ad libitum*. Esta diferença entre os valores encontrados pelos autores e os encontrados no presente trabalho mostra a influência da nutrição na qualidade da carne, aqui mais especificamente nos parâmetros de cor. O teor de amarelo, aparentemente,

foi o que mais sofreu essa influência, pois os animais que foram submetidos às restrições alimentares tiveram os menores valores, principalmente os animais da restrição Po, que apresentaram valores negativos em quase todos os pesos de abate.

Um estudo realizado por Alcade & Negueruela (2001) demonstrou que a luminosidade foi influenciada pela origem da carne, pela raça e pela nutrição dos animais em terminação. As carnes de cordeiros recém-desmamados apresentaram maiores valores de L* e menores valores de a*, ou seja, foram mais luminosas e com menor teor de vermelho. Isso também pôde ser observado por Vergara & Gallego (1999) com cordeiros desmamados da raça Lacaune e Merino de origem alemã. Neste estudo, os cordeiros com 15 kg de peso vivo ainda estavam mamando quando foram abatidos e ficaram, portanto, menos tempo confinados, recebendo uma dieta concentrada. Como observado por outros autores, de maneira geral, a carne desses cordeiros também apresentou maior luminosidade e menor teor de vermelho.

Segundo Essén-Gustavsson & Fjelkner-Modig (1985), outros fatores, além da restrição alimentar, podem contribuir para alterar a qualidade da carne, como o tipo de músculo, a absorção de nutrientes, a secreção de hormônios e até mesmo o estresse.

Garcia (1998), avaliando a influência da substituição do milho moído por resíduo de panificação (biscoito) na dieta de ovinos confinados, concluiu que as substituições não apresentavam diferenças ($P < 0,05$) na cor da carne do músculo LD. Tais resultados estão de acordo com os de Russo et al. (1999), que avaliaram o efeito de diferentes fontes energéticas na dieta de cordeiros e verificaram que as mesmas não afetaram ($P < 0,05$) a cor da carne dos músculos *longissimus dorsi* e *semimembranosus*.

Zapata et al. (2000), estudaram a influência da dieta de feno de capim-gramão + feno de leucena *ad libitum* e feno de capim-gramão + feno de leucena + concentrado com 20% de proteína bruta, durante a amamentação em ovinos 1/2 Somalis Brasileira 1/2 Crioula e 1/2 Santa Inês 1/2 Crioula. Estes autores também não encontraram diferença significativa ($P < 0,05$) nem entre dietas, nem entre genótipos. Os valores médios de cor encontrados foram de 36,67 a 37,70 para L^* , de 14,85 a 15,54 para a^* e de 0,83 a 1,37 para b^* .

Beattie et al. (2002) comparam dois grupos de suínos com alimentação *ad libitum* até a hora do abate, com grupos submetidos a jejum de 12h (cessava-se a alimentação na segunda-feira às 20:00h e oferecia-se novamente no dia seguinte às 8:00h) e 20h (cessava-se a alimentação às 12:00h na segunda-feira e oferecia-se novamente no dia seguinte às 8:00h) por até oito semanas antes do abate. Assim como Zapata et al. (2000), estes autores não verificaram diferença ($P < 0,05$) na coloração da carne.

Normalmente, os valores de $L^*a^*b^*$ tendem a se modificar com o aumento do peso de abate, devido à maior musculosidade do animal. O desenvolvimento muscular causa um aumento da quantidade de mioglobina, pois o depósito de gordura começa a ficar evidente e, conseqüentemente, diminui a quantidade de água no músculo, refletindo em menor intensidade luminosa.

Sañudo et al. (1996) estudaram a influência do peso ao abate sobre os parâmetros de cor em cordeiros da raça Aragonesa em sistema intensivo de criação. Esses autores descreveram que o teor de luminosidade diminuía e o teor de vermelho aumentava com o aumento do peso de abate. Assim como neste estudo, foram encontrados maiores teores de amarelo em um grupo de peso intermediário. Os valores de L^* encontrados por esses autores variaram de 48,15 a 45,61, os de a^* de 13,94 a 16,95 e os de b^* de 5,90 a 6,86, para o músculo LD. Os valores de b^* foram muito superiores aos descritos no presente estudo,

porém, isso se deveu ao fato dos autores terem utilizado animais de baixo peso de abate (8 a 13 kg).

Velasco et al. (2000) não encontraram diferença na cor entre cordeiros machos da raça Talaverana nos pesos de abate de 10 e 12 kg. Eles encontraram valores de L* de 44,36, de a* 12,12 e de b* 5,01 para os animais de 10 kg, e de L* 44,95, a* 12,24 e b* 5,37 para os animais de 12 kg.

3.3 Perda de peso por cozimento (PPC)

Os valores médios de PPC variaram de 20,57% a 31,14%, sendo maiores para os animais de 25 kg (31,14%) e menores para os animais de 15 kg (20,57). Os animais de 35 e 45kg apresentaram PPC de 30,81% e 28,98%, respectivamente, como mostra a Tabela 2.6.

TABELA 2.6. Valores médios de perda de peso por cozimento (PPC) em % e seus respectivos erros-padrão (\pm EP) do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros para as dietas nos diferentes pesos de abate.

Dietas	Pesos de abate				Médias
	15 kg	25 kg	35 kg	45 kg	
<i>ad libitum</i>	20,04 ^a \pm 0,38	29,90 ^c \pm 0,38	30,90 ^b \pm 0,38	29,75 ^a \pm 0,38	27,65 ^a \pm 0,19
pré-natal	21,18 ^a \pm 0,38	30,70 ^b \pm 0,38	32,23 ^a \pm 0,38	28,03 ^b \pm 0,38	28,04 ^a \pm 0,19
pós-natal	20,48 ^a \pm 0,38	32,83 ^a \pm 0,38	29,29 ^c \pm 0,38	29,16 ^a \pm 0,38	27,94 ^a \pm 0,19
Médias	20,57 \pm 0,22	31,14 \pm 0,22	30,81 \pm 0,22	28,98 \pm 0,22	

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

A análise de regressão mostrou que as dietas não influenciaram os valores de PPC, porém houve diferença ($P < 0,01$) nas diferentes categorias de peso avaliadas e houve interação entre os fatores dieta e peso de abate (Figura 2.6). O quadro de ANOVA se encontra na Tabela 3A em Anexos.

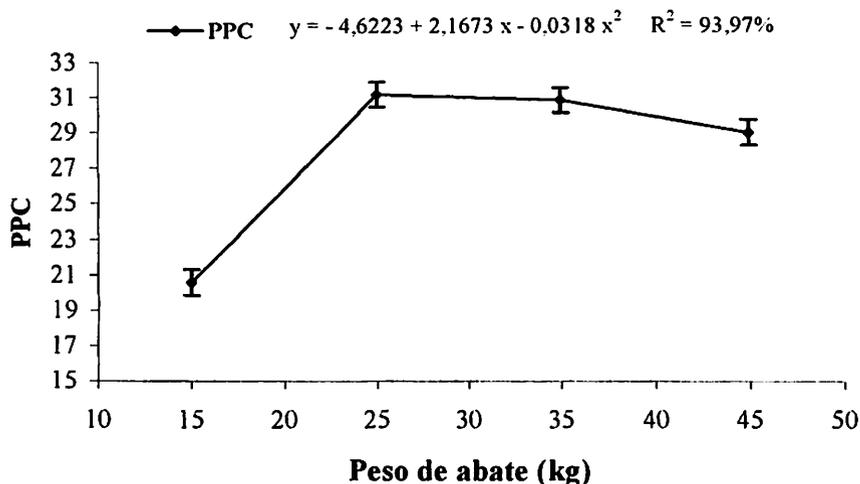


FIGURA 2.6. Valores médios da perda de peso por cozimento (PPC) nos diferentes pesos de abate e a respectiva equação de regressão.

O fato dos animais de 15 kg possuírem maior quantidade de tecido conectivo, provavelmente contribuiu para uma perda menor de água. As carcaças permaneceram, após a evisceração, em temperatura ambiente por um período de aproximadamente quatro horas antes da entrada na câmara fria. Isso provavelmente possibilitou também que houvesse menor PPC e menor dureza (FC) em todos os animais do experimento, pois este procedimento evitou o inconveniente encurtamento das fibras musculares ou *cold shortening*. Além

disso, as amostras permaneceram poucos dias no freezer (apenas cinco), antes de serem dissecadas e realizadas as análises.

Comparação entre os resultados do experimento com os encontrados por outros autores

Schonfeldt et al. (1993) descrevem que animais abatidos com diferentes pesos e com diferentes percentuais de gordura acarretam diferenças na PPC, pois os animais com maiores teores mostraram maiores PPC. Esta observação pode justificar os maiores valores de PPC encontrados para os animais de 25 e 35 kg. A maior quantidade de gordura de cobertura nas amostras dos animais de 45 kg pode ter atuado como isolante térmico, protegendo-as das baixas temperaturas do congelamento e perda excessiva de água pela formação de grandes cristais de gelo dentro das células, causada pelo congelamento lento (congelamento convencional). Ao descongelar a carne, esses grandes cristais de gelo causam rupturas nas células, ocasionando maiores perdas de água e com ela, proteínas, minerais e vitaminas (Sañudo et al., 2000).

Bonagurio (2001) encontrou valores médios de PPC variando entre 36,68% e 38,63% para cordeiros machos da raça Santa Inês pura e cruzada com Texel, no mesmo músculo.

Souza (2001), estudando os efeitos dos pesos ao abate em cordeiros Santa Inês x Ile de France e Santa Inês x Bergamácia na PPC, encontrou valores médios variando entre 35,40% e 38,71% para o músculo LD. Ambos os autores encontraram maiores valores para os animais mais leves (15 kg), observação contrária à encontrada neste estudo. Alguns autores não encontraram influência do peso de abate sobre a PPC, mas isso se deve à pouca diferença de peso estudada, não sendo possível encontrar valor significativo.

Miguel (2002) encontrou valores para PPC em capivaras entre 24,14% e 29,87%, e Jardim (2001) de 31,00% a 33,75%. Bressan et al. (2001), estudando músculos LD de ovinos abatidos entre 15 e 45 kg de peso vivo, encontraram valores entre 27,60% e 33,10%, assemelhando-se aos valores encontrados neste trabalho.

As perdas de peso por cozimento e por gotejamento são duas importantes medidas da capacidade de retenção de umidade que refletem na qualidade sensorial da carne (paladar). A umidade contida no músculo é de aproximadamente 75%, mas somente uma pequena porção é disponível. O restante está presente em espaços entre os filamentos finos e grossos que compõem o músculo. As PPC são normalmente mais altas que as perdas por gotejamento, embora isto dependa do processo de cozimento utilizado. Além da perda de água, há também a perda de fluidos não aquosos, pois a gordura é dissolvida com o aquecimento e as estruturas que a retêm são destruídas. A análise da capacidade de retenção de água é particularmente importante pois esta é diretamente correlacionada com a perda de suculência (Solomon et al., 1980; Sañudo et al., 1996).

Zeola (2002), estudando a influência de diferentes níveis de concentrado (30%, 45% e 60%) sobre a qualidade da carne ovina, concluiu que os diferentes níveis não influenciaram ($P < 0,05$) a PPC, com valor médio de 37,63%.

Summers et al. (1978) verificaram valores médios de 20,00% na carne de ovinos que receberam concentrado de proteína durante a amamentação.

A diferença considerável encontrada nos trabalhos é atribuída à utilização de metodologias de cocção diferentes (banho-maria ou chapa) e ao preparo da amostra (retirada de tecidos conjuntivos e depósitos de gorduras). Nesse experimento, foi utilizado banho-maria a 70°C e o ponto final de cocção foi obtido após decorridos 30 minutos nesta temperatura (Onyango et al., 1998).

3.4 Força de cisalhamento (FC) ou maciez

Os valores médios de FC para as dietas e os diferentes pesos estão representados na Tabela 2.7.

TABELA 2.7. Valores médios de força de cisalhamento (FC) em kgf e seus respectivos erros-padrão (\pm EP) do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros para as dietas nos diferentes pesos de abate.

Dietas	Pesos de abate				Médias
	15 kg	25 kg	35 kg	45 kg	
<i>ad libitum</i>	2,89 ^b \pm 0,01	3,17 ^c \pm 0,01	3,49 ^c \pm 0,01	4,65 ^a \pm 0,01	3,55 ^b \pm 0,004
pré-natal	2,99 ^a \pm 0,01	3,22 ^b \pm 0,01	4,10 ^a \pm 0,01	4,37 ^b \pm 0,01	3,67 ^a \pm 0,004
pós-natal	2,89 ^b \pm 0,01	3,45 ^a \pm 0,01	3,77 ^b \pm 0,01	4,05 ^c \pm 0,01	3,54 ^b \pm 0,004
Médias	2,92 \pm 0,005	3,28 \pm 0,005	3,79 \pm 0,005	4,36 \pm 0,005	

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey, a 5% de significância

Os dados mostraram que houve diferença ($P < 0,01$) entre as dietas e entre os pesos de abate ($P < 0,01$) sobre a FC no músculo LD de cordeiros. Também houve interação ($P < 0,01$) entre esses fatores, como mostra a Figura 2.7. O quadro ANAVA encontra-se na Tabela 3A em Anexos.

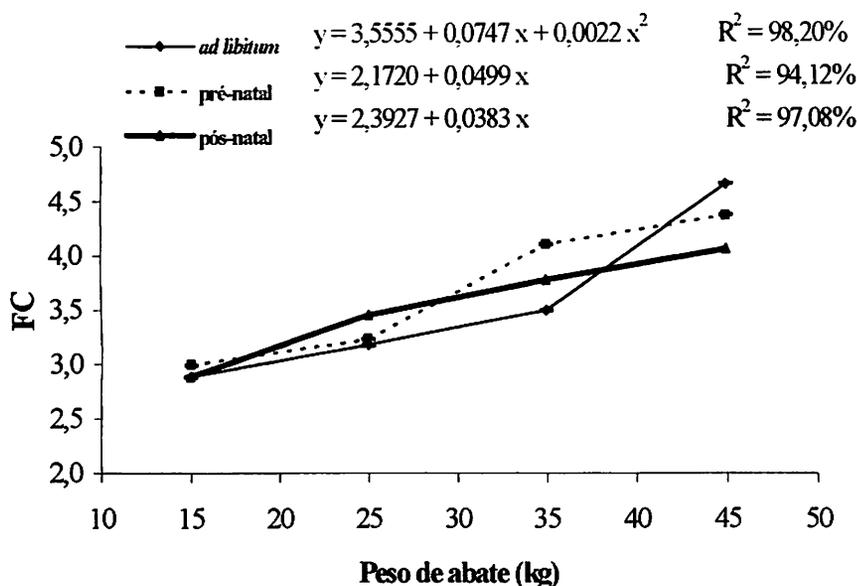


FIGURA 2.7. Valores médios da força de cisalhamento (FC) nos diferentes pesos de abate e as respectivas equações de regressão.

Analisando-se a distribuição dos dados médios, verifica-se que, de forma geral, a FC aumentou conforme aumentou o peso de abate, ou seja, os animais mais leves (15 e 25 kg) apresentaram maior maciez (menor FC) do que os mais pesados (35 e 45 kg).

Os dados mostraram que os animais submetidos à restrição Pe apresentaram uma maior FC, quando comparado aos animais das demais dietas. Aos 15 kg, os animais da dieta Pe apresentaram maior FC do que os demais, mantendo esse comportamento também aos 35 kg. Aos 25 kg, os animais da dieta AD apresentaram-se mais macios (com menor FC), porém, para esse mesmo peso, os animais da restrição Po apresentaram maior FC. Este comportamento para o peso ao abate está de acordo com Sañudo et al. (1998), que sugeriram que animais mais jovens apresentam carne mais macia, devido à maior solubilidade

do colágeno. A maciez diminui com a idade, devido ao acúmulo e à maturação do tecido conjuntivo das fibras musculares, e também a uma menor fragmentação das miofibrilas após o abate e o cozimento dos tecidos animais.

O tamanho da fibra muscular da carne é afetado pelos planos nutricionais (Moody et al., 1970). Em um experimento com cordeiros da raça Aragonesa, Sañudo (1996) verificou que um aumento no teor de energia na ração aumentou o grau de gordura de cobertura e o peso da carcaça, fatores estes que reduziram o encurtamento da fibra muscular pelo frio, aumentando a maciez da carne.

As ovelhas que geraram os cordeiros, submetidas à restrição pré-natal, foram alimentadas de modo a receber apenas 60% do requerimento de manutenção. Este fator prejudicou o bom desenvolvimento de órgãos e tecidos dos cordeiros, que passaram por carência alimentar e, portanto, nasceram com menor peso. Posteriormente, esses animais receberam alimentação adequada e, na tentativa de recuperar a falta de alimento, provavelmente os mesmos tenham absorvido melhor os nutrientes e armazenado energia (na forma de tecido adiposo), traduzindo-se em uma quantidade maior de gordura subcutânea (gordura de cobertura). Sañudo (1996) aponta como fatores intrínsecos que influenciam na maciez da carne: o tipo de músculo, a espécie, a raça e a idade do animal, e como fatores extrínsecos, o uso de aditivos e a alimentação.

Comparação entre os resultados do experimento com os encontrados por outros autores

Russo et al. (1999), avaliando o efeito de diferentes fontes energéticas na alimentação de cordeiros, concluíram que as dietas não tiveram efeito ($P < 0,05$) na maciez da carne. Por outro lado, Kemp et al. (1981), estudando a influência dos sistemas de alimentação nas características organolépticas e na composição de ácidos graxos da carne de cordeiros submetidos a três tratamentos: pasto;

pasto + suplementação de concentrado com 13% de proteína bruta e concentrado com 13% de proteína bruta, oferecidos à vontade. Esses autores concluíram que cordeiros alimentados somente com pasto apresentaram carne com maior FC, quando comparados aos outros sistemas de alimentação.

Summers et al. (1978) encontraram valores de FC menores (5,60 kgf) em ovinos que não receberam concentrado protéico do que em suplementados com concentrado durante a amamentação (6,10 kgf). Zapata et al. (2000) encontraram valores médios de 4,46 kgf no músculo LD de ovinos alimentados com forragem apenas e valores de 4,85 kgf nos animais que foram alimentados com forragem + concentrado, não encontrando diferença ($P < 0,05$) entre os sistemas de alimentação. Beattie et al. (2002) também não encontraram diferença ($P < 0,01$) para a FC entre cordeiros *ad libitum* e cordeiros que passaram por restrição alimentar de 12 e 20h antes do abate por várias semanas. Os autores encontraram valores médios entre 3,35 e 3,45 kgf.

Sañudo et al. (1996) trabalhando com cordeiros divididos em três pesos ao abate (8,07; 10,22 e 13,42 kg) em sistema intensivo de produção, encontraram diferença ($P < 0,01$) com valores médios de 3,42, 4,77 e 3,44 kgf respectivamente. Miguel (2002) encontrou, para capivaras, valores que variaram de 4,74 a 5,61 kgf. Em ovinos, Bressan et al. (2001) encontraram médias entre 2,30 e 3,20 kgf e Souza (2001) relatou valores entre 5,92 e 13,20 kgf.

Bickerstaffe et al., (1997) estabelecem que a carne é considerada macia quando apresenta valores de FC até 8,00 kgf, aceitável de 8 a 11 kgf e dura acima de 11 kgf. Com base neste critério, a carne de ovinos deste experimento pode ser considerada macia em todos os pesos e em todas as dietas estudadas.

Valores de FC de várias raças foram descritos por Sañudo et al. (1997), Hopkins & Fogarty (1998) e Safari et al. (2001), variando de 2,02 a 4,33 kgf, no músculo LD, sem observar efeito de raça sobre a maciez.

Vergara & Gallego (1999) e Vergara et al., (1999) observaram que a FC variou de 3,70 a 4,20kgf para animais abatidos em torno de 20 kg de peso vivo. Assim como o presente trabalho, existem outros autores que descrevem um aumento de dureza com o aumento do peso de abate (Gularte et al., 2000) e autores que não identificam esta diferença (Vergara, Molina e Gallego, 1999 e Velasco et al., 2000).

Outros fatores, tais como o pH, exercem influência na maciez da carne de várias maneiras, sendo responsáveis pela ativação ou não de enzimas, como as calpáinas. Animais estressados, segundo Devine et al (1993), tiveram valores de FC acima de 11 kgf.

Segundo Prado (1999), as divergências nos valores de FC ocorrem por inúmeras causas, tais como: o manejo empregado no pré-abate, a velocidade de instalação do *rigor*, o pH no p.m., a temperatura ambiental pré-abate, a extensão da glicólise, o músculo utilizado, o manejo pós-abate (resfriamento), as condições de acondicionamento, o tempo gasto no processo de cocção e a metodologia utilizada.

4 CONCLUSÕES

As dietas não influenciaram o declínio do pH, o desenvolvimento do *rigor mortis* e o pH final.

Animais mais leves tiveram tendência a apresentar carnes mais pálidas (com maior L*) e menor teor de vermelho (menor a*), enquanto os mais pesados apresentaram comportamento inverso. Os animais da dieta *ad libitum* e os submetidos à restrição alimentar pós-natal apresentaram valores bem semelhantes em todos os parâmetros de L*,a*,PPC e FC, apresentando carnes mais pálidas (mais claras e menos avermelhadas), com maior perda de peso por cozimento e maior maciez, quando comparadas à carne obtida de animais submetidos à restrição pré-natal. Os animais submetidos às restrições, tanto pós como pré-natal, apresentaram-se com menor teor de amarelo (possivelmente porque tiveram menor absorção de carotenóides da dieta) do que os da dieta *ad libitum*.

Para fins de comercialização, a carne obtida dos animais das dietas *ad libitum* e de restrição pós-natal provavelmente atenderia melhor aos anseios do consumidor, por apresentar maior luminosidade (que é relacionada a carne de animais mais jovens) e maior maciez.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- APPLE, J. K.; DIKEMAN, M. E.; MINTON, J. E.; MCMURPHY, R. M.; FEDDE, M. R.; LEITH, D. E.; UNRUH, J. A. Effects of restraint and isolation stress and epidural blockade on endocrine and blood metabolite status, muscle glycogen metabolism and incidence of dark-cutting *longissimus* muscle of sheep. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 73, p. 2295-2307, 1995.
- BEATTIE, V. E.; BURROWS, M. S.; MOSS, B. W.; WEATHERUP, R. N. The effect of food deprivation prior to slaughter on performance, behavior and meat quality. *Meat Science*, Barking, v. 62, p. 413-418, Dec. 2002.
- BICKERSTAFFE, R.; LE COUTEUR, C. E.; MORTON, J. D. Consistency of tenderness in New Zealand retail meat 43th I CoMST n. 43, p. 196-197, 1997.
- BONAGURIO, S. **Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos em diferentes pesos.** 2001. 150 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- BRESSAN, M. C. **Efeito dos fatores pré e pós-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango.** 1998. 201 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- BRESSAN, M. C.; PRADO, O. V.; PÉREZ, J. R. O.; LEMOS, A. L. S. C.; BONAGURIO, S. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 21, n. 3, p. 293-303, set./dez. 2001.
- CULAU, P. O. V. **Efeito da distância criação-abatedouro e temperatura de descanso pré-abate sobre a qualidade da carne suína.** 1991. 132 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade federal Rural do rio Grande do Sul, Porto Alegre.

DEVINE, C. E.; GRAAFHUIS, A. E. The basal toughness of unaged lambs. **Meat Science**, Oxford, v. 39, n. 2, p. 285-291, 1993.

DUNN, A. A.; KILPATRICK, D. J.; GAULT, N. F. S. Contribution of rigor shortening and cold shortening to variability in the texture of *pectoralis major* muscle from commercially-processed broilers. **British Poultry Science**. Langford, v. 36, n. 3, p. 401-413, July 1995.

ESSEN-GUSTAVSSON, B.; FJELKNER-MODIG, S. Skeletal muscle characteristics in different breeds of pigs in relation to sensory properties of meat. **Meat Science**, Oxford, v. 13, n. 1, p. 33-47, 1985.

FORREST, J. C.; ABERLE, E. D.; HEDRICK, H. B.; JUDGE, M. D.; MERKEL, R. A. **Fundamentos de ciencia de la carne**. Traduzido por Bernabé Sanz Pérez. Zaragoza: Acribia, 1979. 364 p. Tradução de : Principles of meat Science.

GARCIA, C. A. **Avaliação do resíduo de panificação “biscoito” na alimentação de ovinos e nas características quantitativas e qualitativas da carcaça**. 1998. 79 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, SP.

GULARTE, M. A.; TREPTOW, R. O.; POUHEY, J. L. F.; OSÓRIO, J. C. S. Idade e sexo na maciez da carne de ovinos da raça Corriedale. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 485-488, maio/jun. 2000.

HONIKEL, K. O.; FISCHER, C.; HAMID, A.; HAMM, R. Influence of post mortem changes in bovine muscle on the water-holding capacity of beef. Post mortem storage of muscle at 20°C. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, n. 1, p. 1-7, Jan./Feb. 1981.

HOPKINS, D. L.; FOGARTY, N. M. Diverse lamb genotypes – 2. Meat pH, colour and tenderness. **Meat Science**, Barking, v. 49, n. 4, p. 4459-4475, Aug. 1998.

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.

JARDIM, N. S. **Sexo e diferentes pesos ao abate na qualidade da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766)**. 2001. 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

KEMP, J. D.; ELY, D. G.; FOX, J. D.; MOODY, W. G. Carcass and meat characteristics of crossbred lambs with and without finnish Landrace breeding. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 52, n. 5, p. 1026-1033, May 1981.

KOOHMARAIE, 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.

KOOHMARAIE, M.; WHIPLE, G.; KRETCHMAR, D. H.; CROUSE, J. D.; MERSMANN, H. J. Postmortem proteolysis in longissimus muscle from beef, lamb and pork carcasses. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 69, n. 3, p. 617-624, Mar. 1991.

KRAUSGRILL, D. J.; TULLOH, N. M.; SHORTHOSE, W. R.; SHARPE, K. 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.

MIGUEL, G. Z. **Caracterização da carcaça e da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766) em idade adulta**. 2002. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MOODY, W. G.; TICHENOR, D. A.; KEMP, J. D.; FOX, J. D. Effects of weight, castration and rate of gain on muscle fiber and fat cell diameter in two ovine muscle. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 31, p. 676-80, 1970.

ONYANGO, C. A.; IZUMIMOTO, M.; KUTIMA, P. M. Comparison of some physical and Chemical Properties of Select game meats. **Meat Science**, Barking, v. 49, n. 1, p. 117-125, May 1998.

PEDERSEN, S. W. Química de los tejidos animales. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. **Ciência de la carne y de los productos carnicos**. 2. ed. Tradução de FUENTE, J. L. Zaragoza: Acribia, 1994. cap. 3, pt. 5, p. 125-138. Tradução de: *The Science of meta and meta products*, 3. ed.

PRADO, O. V. **Qualidade de carne de cordeiros Santa Inês e Bergamácia abatidos em diferentes pesos**. 1999. 109 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

SAFARI, E.; FOGARTY, N. M.; FERRIER, G. R.; HOPKINS, L. D.; GILMOUR, A. 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.

SAÑUDO, C.; ALFONSO, M.; SANCHES, A.; DELFA, R.; TEIXEIRA, A. Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in the EU Carcass Classification System. **Meat Science**, Oxford, v. 56, n. 1, p. 54-89, Sept. 2000.

SAÑUDO, C.; CAMPO, M. M.; SIERRA, I.; MARIA, G. A.; OLLETA, J. L.; SANTOLARIA, P. Breed effect on carcass and meta quality of suckling lambs. **Meat Science**, Oxford, v. 46, n. 4, p. 357-365, 1997.

SAÑUDO, C.; NUTE, G. R.; CAMPOS, M. M.; MARIA, G. A.; BAKER, A.; SIERRA, I.; ENSER, M. E.; WOOD, J. D. Assessment of comercial lamb meat quality by british and spanish taste pancls. **Meat Science**, Barking, v. 48, n. 1/2, p. 91-100, 1998.

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

SAS INSTITUTE. *SAS user's guide: statistics*. 5. ed. Cary, North Carolina, 1985. 956 p.

SCHONFELDT, H. C.; NAUDÉ, R. T.; BOK, W.; van HEERDEN, S. M.; SOWDEN, L.; BOSHOFF. Cooking and Juiciness-Related. Quality Characteristics of Goat and Sheep Meat. *Meat Science*, Oxford, v. 34, n. 3, p. 381-394, 1993.

SOLOMON, M. B.; KEMP, J. D.; MOODY, W. G.; ELY, D. G.; FOX, J. D. Effect of breed and slaughter weight on physical, chemical and organoleptic properties of lamb carcasses. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 51, n. 5, p. 1102-1107, Nov. 1980.

SOUZA, X. R. **Efeitos de grupo genético, sexo e peso ao abate na qualidade de carne de cordeiros em crescimento**. 2001. 116 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SUMMERS, R. L.; KEMP, J. D.; ELY, D. G.; FOX, J. D. Effects of weaning, feeding systems and sex of lam on lamb carcass characteristics and palatability. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 47, n. 3, p. 1978.

VELASCO, S.; LAUZURICA, S.; CAÑEQUE, V.; PEREZ, C.; HUIDOBRO, F.; MANZANARES, C.; DIAZ, M. T. Carcass and meat quality of Talaverana breed sucking lambs in relation to gender and slaughter weight. *Animal Science*, Edinburgh, v. 70, n. 2, p. 253-263, Apr. 2000.

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*, Oxford, v. 52, n. 2, p. 221-226, June 2000.

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

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

ZEOLA, N. M. B. L. Conceitos e parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da carne ovina. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 304, p. 36-55, jun. 2002.

CAPÍTULO III

INFLUÊNCIA DAS RESTRIÇÕES ALIMENTARES SOBRE A COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E O COLESTEROL NA CARNE DE CORDEIROS

RESUMO

REBELLO, Flávia de Floriani Pozza. Influência das restrições alimentares sobre a composição centesimal e o colesterol na carne de cordeiros. In:--- **Restrição alimentar na qualidade da carne de cordeiros**. 2003 p.86-119. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras MG.¹

O presente trabalho teve como objetivo quantificar os componentes da composição centesimal e teor de colesterol presentes no músculo *longissimus dorsi* de cordeiros machos da raça Santa Inês deslanada pura, com diferentes dietas (*ad libitum* - AD; restrição pré-natal - Pe e restrição pós-natal - Po) e diferentes pesos ao abate (15, 25,35 e 45 kg). As análises foram realizadas no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). A proteína foi determinada pelo método Kjeldahl, a umidade em estufa a 105°C, os lipídeos totais foram extraídos pelo método de Soxhlet e o teor de cinzas em mufla a 550°C. O colesterol foi determinado por método colorimétrico. Não houve diferença entre as dietas no teor de umidade, apresentando valores médios de 73,89%, porém houve diferença ($P<0,05$) entre os pesos, que variaram de 75,49% a 73,21%. Houve diferença significativa ($P<0,05$) entre os diferentes pesos e as diferentes dietas em todos os outros parâmetros analisados. Os teores de proteína variaram de 20,85% a 16,50%, sendo que os animais Pe apresentaram os maiores teores (19,58%) e os animais Po os menores teores (18,74%). A gordura apresentou valores entre 2,00% e 5,73%, sendo que os animais Po apresentaram os maiores valores (4,02%). Os valores de cinzas variaram de 0,95% a 0,74%, sendo que os animais AD apresentaram os menores valores (0,78%). Quanto ao colesterol, os valores variaram de 84,86 a 79,55 mg/100g, tendo os animais AD apresentado os menores valores (81,83 mg/100g). Os resultados indicam um alto teor de colesterol, principalmente nos animais mais jovens, e também de gorduras totais quando comparado ao de animais de outras espécies.

¹ Comitê de orientação: Maria Cristina Bressan - UFLA (Orientadora); Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA e Roberta Hilsdorf Piccolo do Valle - UFLA.

ABSTRACT

REBELLO, Flávia de Floriani Pozza. Influence of the alimentary restrictions on the centesimal composition and on the cholesterol in the meat of lambs. In:--- **Alimentary restriction in the quality of the lambs meat.** UFLA, 2003 p.86 - 119. Dissertation (Master's degree in Foods Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.¹

The present work had as objective to quantify the components of the centesimal composition and the cholesterol content present in the *longissimus dorsi* muscle of male lambs of pure Santa Inês breed without wool, with different diets (*ad libitum* - AD; prenatal restriction – Pe and postnatal restriction - Po) and different weights at slaughter (15, 25, 35 and 45 kg). The analyses were carried out in the Department of Foods Science (DCA) at Universidade Federal de Lavras (UFLA). The protein was determined by Kjeldahl method, the humidity in greenhouse at 105°C, the total lipid were extracted by the method of Soxhlet and the ashes content in mufla at 550°C. The cholesterol was determined by colorimeter method. There was not difference among the diets in the humidity content showing average values of 73,89%, however, there was difference ($P < 0,05$) among the weights that ranged from 75,49% to 73,21%. There was significant difference ($P < 0,05$) among the different weights and the different diets in all the other analyzed parameters. The protein content ranged from 20,85% to 16,50%, and the Pe animals showed the largest content (19,58%) and the Po animals the smallest (18,74%). The fat showed values between 2,00% and 5,73%, and the Po animals showed the largest values (4,02%). The values of ash ranged from 0,95% to 0,74% and the animals AD showed the smallest values (0,78%). Relate to the cholesterol the values ranged from 84,86 to 79,55 mg/100g and the AD animals showed smallest values (81,83 mg/100g). The results indicate a high cholesterol content, mainly in the youngest animals, and also high total fat content when compared to that of the animals of other species.

¹ Guidance committee: Maria Cristina Bressan - UFLA (Advisor); Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA e Roberta Hilsdorf Píccolo do Valle. UFLA.

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização, a carne sempre foi considerada um alimento nobre e de alto valor nutritivo. A partir da metade do século XX, até a atualidade, a carne, especialmente a vermelha, tem desempenhado o papel de vilã, acusada de ser a principal responsável pela incidência de doenças cardiovasculares e degenerativas. Esse pré-conceito levou a uma redução no consumo, embora a procura pela carne ovina no Brasil tenha aumentado, principalmente nos grandes centros urbanos (Cassens, 1999).

A tendência mundial, principalmente nos dias atuais, é de se consumir carne ovina com menor quantidade de gordura. Assim sendo, a carne de ovinos oriundos da Nova Zelândia é preferida pelos consumidores, devido à maior padronização desse produto (Beermann et al., 1995).

A padronização pode ser feita a partir do peso dos animais. Entretanto, a grande dificuldade é estabelecer o peso ideal, pois existem raças tardias, que atingem peso com maior tempo de vida e raças precoces, que depositam gordura em suas carcaças de forma mais rápida. Assim, verifica-se a necessidade de estudos que avaliem o comportamento da carne de animais abatidos em diferentes pesos e submetidos a diferentes dietas. Além disso, verifica-se que os ovinos têm-se deslocado para regiões tropicais e subtropicais, ficando expostos a situações de carência alimentar, em razão da sazonalidade de alimentos, ocasionando perdas de peso no rebanho. Sabe-se que esses animais vivem em condições de baixo aporte nutricional e energético, porém, pouco se sabe sobre os efeitos que essa carência alimentar pode causar na qualidade da carne desses animais.

Com relação ao valor nutritivo das carnes, de modo geral elas são excelente fonte de: proteínas (que são essenciais para a construção e reparação

do tecido corporal); de gorduras (fornecendo energia necessária para o bom funcionamento do organismo, além de ácidos graxos essenciais) e também de minerais (importantes na composição de ossos, dentes, etc.), além de outros constituintes em menores quantidades, como carboidratos, fibras e vitaminas.

A composição centesimal da carne pode ser influenciada por diversos fatores, tais como: espécie, raça, sexo, nutrição e peso de abate. Gaili et al. (1972), estudando a carne de cabras e ovelhas abatidas em idades diferentes, encontraram no músculo LD com e sem gordura, diferenças para umidade e gordura entre as espécies e entre as amostras. As cabras apresentaram maior teor de umidade e menor de gordura do que as ovelhas, quando compararam-se animais de mesma idade de abate. Os animais mais jovens apresentaram maior teor de cinzas, em amostras com maior quantidade de gordura. Os animais mais velhos apresentaram maior teor de gordura e menor de umidade e proteína do que os mais jovens.

Russo et al. (1999) verificaram que o peso ao abate influenciou na composição centesimal, de forma que os animais mais pesados depositaram mais gordura e, como consequência, tiveram menos água e proteína na carne. Essa influência de peso também foi confirmada por Kemp et al. (1976). Estes autores compararam também dietas com diferentes níveis de proteína na ração (10% e 16%) e encontraram que dietas mais protéicas resultaram em carnes com menos porcentagem de umidade e proteína e maior teor de gordura. Em geral, com o aumento no teor de gordura na carne, diminuem os teores de umidade e proteína, tendo pouca variação no teor de cinzas.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das diferentes dietas na composição centesimal e no teor de colesterol na carne de cordeiros em crescimento da raça Santa Inês.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Animais e tratamentos

Foram utilizados 48 cordeiros machos, com pesos de abate de 15, 25, 35 e 45 kg, divididos aleatoriamente em três dietas diferentes, sendo 16 animais em restrição Pe, 16 em restrição Po e 16 *ad libitum*. Em cada uma das dietas, os animais foram subdivididos em quatro pesos ao abate, sendo 4 de 15 kg, 4 de 25 kg, 4 de 35 kg e 4 de 45 kg. Todos os animais foram alimentados desde o nascimento com a mesma mistura (do 3º ao 15º dia, com suscedâneo contendo leite de vaca, água e ovo em pó; do 16º ao 60º dia com suscedâneo contendo leite de vaca, água, ovo em pó e leite em pó + uma mistura de pré mix mineral, capim *Coast-cross* e polpa cítrica) e do 61º dia até o abate com a mistura de pré mix mineral, capim *Coast-cross* e polpa cítrica), em baias e cochos individuais e água à vontade. A diferença foram as quantidades oferecidas a cada grupo, de acordo com cada dieta.

Na véspera do abate, os animais a serem sacrificados foram mantidos em jejum e dieta hídrica de 16 horas. Os animais foram insensibilizados com choque mecânico na região têmporo-ocipital e, em seguida, sangrados pela secção das artérias carótidas e veia jugular. Após a sangria, os animais foram submetidos à evisceração e as carcaças, após 4 horas mantidas à temperatura ambiente (para evitar o encurtamento pelo frio ou *cold-shortening*), foram resfriadas a 2°C.

2.2 Coleta e preparo da amostra

Após o resfriamento das carcaças por aproximadamente 24 horas, foi coletado o lombo do lado direito de cada carcaça. As peças foram pesadas, colocadas em sacolas plásticas individuais identificadas, depois em sacolas

plásticas de cor escura e congeladas em freezer horizontal a -18°C . Cinco dias após o congelamento, os lombos foram descongelados a 5°C , por 24 horas. A seguir, foram dissecados e o músculo LD de cada um deles foi pesado em balança semi-analítica, tendo sido removidos a gordura subcutânea e o tecido conectivo e dividido em porção cranial, medial e caudal, para realização das análises de cor, PPC e FC (utilizando cerca de 60% do músculo LD). O restante (cerca de 40%) das porções cranial e caudal dos quatro animais de mesmo peso e mesma dieta foi triturado junto, até obtenção de uma massa homogênea.

2.3 Análises laboratoriais

Aliquotas foram tomadas em quantidades necessárias para cada tipo de análise. Todas as análises foram realizadas em triplicata e em base úmida. A umidade foi realizada em estufa a 105°C . O método se baseia na perda de umidade e voláteis da amostra à temperatura de 105°C . As amostras foram pesadas e colocadas em cápsulas de porcelana, devidamente identificadas, com areia tratada e bastonete de vidro, previamente taradas e colocadas em estufa por 24 horas. Após esse período, as cápsulas eram novamente pesadas e, com a diferença de peso, calculou-se a umidade perdida (Horwitz, 1990). A determinação da proteína bruta foi realizada por meio do método de Kjeldahl, que se baseia na determinação do nitrogênio total. Realizou-se a digestão da amostra em ácido sulfúrico P.A (H_2SO_4), para liberação de carbono e a transformação do nitrogênio em NH_3 , que é fixado na forma de sal amoniacal.

Utilizou-se sulfato de cobre como catalisador oxidante e sulfato de potássio para elevar a temperatura de ebulição. A destilação da solução concentrada de hidróxido de sódio liberou amônia, que foi destilada em solução de ácido bórico e titulada em solução ácida (Horwitz, 1990). Para o teor de proteína bruta calculado, utilizou-se o fator 6,25 para multiplicar o nitrogênio

total. Os lipídeos totais foram extraídos pelo método de Soxhlet, que se baseia na solubilização dos lipídeos em solventes orgânicos e apolares. Após determinação de umidade, as amostras foram retiradas das cápsulas de porcelana e colocadas em papel de filtro, acopladas ao reboiler contendo éter etílico. A extração e recuperação do éter foram realizadas num período de três horas.

A matéria orgânica da amostra foi calcinada em fogo direto e depois incinerada em mufla a 550°C, por um período de aproximadamente 12 horas. Pela diferença de peso dos cadinhos de porcelana + amostra e dos cadinhos de porcelana + amostra seca, tem-se a quantidade de minerais presentes (Horwitz, 1990).

O colesterol foi determinado por meio de método colorimétrico, extraindo-se os lipídeos com clorofórmio/metanol (2:1), seguindo a metodologia de Folch et al. (1957). O teor de colesterol foi determinado de acordo com procedimento de Bohac et al. (1988), adaptado por Braganolo et al. (1995), para a análise de colesterol por colorimetria. As análises para a determinação de umidade, proteína bruta, lipídeos totais e cinzas foram realizadas no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA-UFLA) e o teor de colesterol no Departamento de Zootecnia (DZO-UFLA).

2.4 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x4, sendo três dietas (restrição pré-natal, restrição pós-natal e *ad libitum*) e quatro pesos ao abate (15, 25, 35 e 45 kg), com quatro repetições, sendo a unidade experimental composta por um animal. Para os valores de peso ao abate significativo, foi feita análise de regressão e, para as dietas, foi utilizado o teste de Tukey. No caso de interação entre os pesos ao abate e as dietas, houve desdobramento dos fatores e realizada a análise de regressão para os pesos de

abate. O programa estatístico utilizado na análise dos dados foi o SAS (1985). O modelo estatístico foi:

$$Y_{ijk} = \mu + p_i + g_j + (pg)_{ij} + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = observação no peso de abate i , na dieta j , na repetição k ;

μ = média geral do experimento;

p_i = efeito do peso de abate i , com $i = 1,2,3$ e 4 ;

g_j = efeito da dieta j , com $j = 1,2$ e 3 ;

$(pg)_{ij}$ = efeito da interação do peso de abate i com a dieta j ;

e_{ijk} = erro experimental associado à observação Y_{ijk} que, por hipótese, tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição centesimal

A análise de variância (Tabela 4A) revelou que o peso de abate influenciou todas as medidas da composição centesimal (umidade, proteína, lipídeos e cinzas).

3.1.1 Umidade

Os resultados médios de umidade de cordeiros, submetidos às dietas de restrição Pe e Po e do grupo controle (*ad libitum*) em função dos pesos ao abate, são mostrados na Tabela 3.1.

TABELA 3.1. Valores médios de umidade (Um) em % e seus respectivos erros-padrão (\pm EP) para o músculo *longissimus dorsi* de cordeiros nas diferentes dietas e pesos de abate.

Dietas	Pesos de abate				Médias
	15 kg	25 kg	35 kg	45 kg	
<i>ad libitum</i>	75,03 ^b \pm 0,30	74,55 ^a \pm 0,30	72,43 ^a \pm 0,30	73,53 ^a \pm 0,30	73,88 ^a \pm 0,15
pré-natal	76,59 ^a \pm 0,30	73,85 ^{ab} \pm 0,30	73,63 ^a \pm 0,30	72,33 ^b \pm 0,30	74,10 ^a \pm 0,15
pós-natal	74,94 ^b \pm 0,30	72,48 ^b \pm 0,30	73,64 ^a \pm 0,30	73,77 ^a \pm 0,30	73,68 ^a \pm 0,15
Médias	75,49 \pm 0,17	73,67 \pm 0,17	73,24 \pm 0,17	73,21 \pm 0,17	

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Para o teor de umidade, a análise de regressão mostrou que, além da influência do peso de abate ($P < 0,01$), houve interação ($P < 0,01$) entre os pesos de abate e as dietas (Figura 3.1).

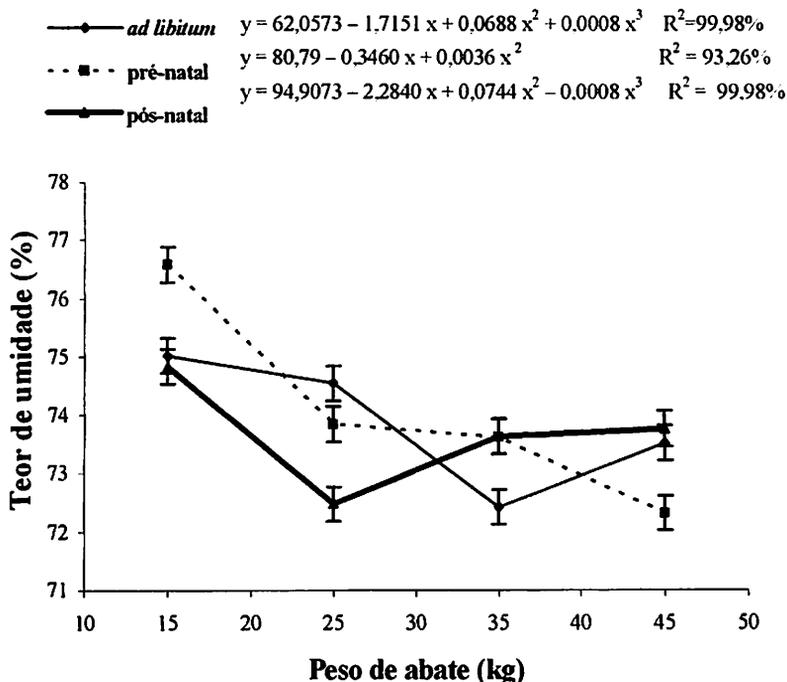


FIGURA 3.1. Valores médios do teor de umidade (%) nos diferentes pesos de abate, para as dietas e suas respectivas equações de regressão.

Os animais da dieta AD apresentaram uma suave queda dos 15 aos 25 kg, seguida de uma queda acentuada dos 25 aos 35 kg e aumento dos 35 aos 45 kg. Os animais de restrição Pe e Po apresentaram-se de forma semelhante dos 15 aos 25 kg, com comportamentos opostos a partir dos 25 kg, quando o teor de umidade dos animais de restrição Po aumentou até os 35 kg, com tendência à estabilidade a partir desse peso e o de restrição Pe se manteve estável até os 35

kg, com nova queda a partir desse peso. Os animais de restrição Pe tiveram maiores teores de umidade quando comparados aos animais de restrição Po, dos 15 aos 35 kg.

As ovelhas que geraram os cordeiros da restrição Pe foram alimentadas com baixo aporte de nutrientes (atendendo a apenas 60% do requerimento de manutenção) e portanto, esses cordeiros nasceram com uma quantidade muito baixa de tecido adiposo. Conseqüentemente, no músculo desses animais, havia mais água do que nos animais submetidos à restrição Po e à dieta AD, de mesmo peso.

Após o nascimento, os cordeiros de restrição Pe receberam alimento à vontade e puderam, assim, armazenar energia na forma de tecido adiposo, na tentativa de compensar a fase de restrição. Deste modo, houve um aumento na quantidade de gordura e diminuição na quantidade de água no músculo, após os 25 kg. Aos 45 kg, com idade de abate mais avançada, houve um aumento máximo na quantidade de gordura, depositando-se na superfície da carcaça (gordura de cobertura), levando a uma maior queda no teor de umidade no músculo. Aos 35 kg, os animais das três dietas apresentaram o mesmo comportamento, pois nesta fase, começou-se a depositar maior quantidade de gordura, independentemente das dietas.

No caso dos animais de 15 kg da dieta AD e da restrição Po, houve maior deposição de gordura do que nos animais submetidos à restrição Pe. Isso provavelmente ocorreu porque esses receberam um aporte adequado de nutrientes na fase embrionária (no caso dos animais de restrição Po) e durante todas as fases da vida (no caso dos animais da dieta AD), o que permitiu que fizessem uma reserva de energia na forma de tecido adiposo. Ao nascerem, os cordeiros submetidos à restrição Po passaram a receber alimento em quantidade controlada, de modo que atingissem a um máximo de 150g/dia. Após os 15 kg,

esses animais provavelmente passaram a utilizar essa gordura de reserva, concentrando-a no músculo, levando a uma diminuição no teor de umidade.

3.1.2 Proteína

Os resultados médios dos teores de proteína nas diferentes dietas e pesos ao abate estão apresentados na Tabela 3.2.

TABELA 3.2. Valores médios de proteína (Pt) em % e seus respectivos erros-padrão (\pm EP) para o músculo *longissimus dorsi* de cordeiros nas diferentes dietas e pesos de abate.

Dietas	Pesos de abate				Médias
	15 kg	25 kg	35 kg	45 kg	
ad libitum	20,83 ^a \pm 0,28	19,08 ^b \pm 0,28	19,45 ^a \pm 0,28	17,12 ^a \pm 0,28	19,12 ^{ab} \pm 0,14
pré-natal	20,52 ^a \pm 0,28	20,36 ^{ab} \pm 0,28	20,31 ^a \pm 0,28	17,13 ^a \pm 0,28	19,58 ^a \pm 0,14
pós-natal	21,19 ^a \pm 0,28	21,49 ^a \pm 0,28	17,01 ^b \pm 0,28	15,27 ^b \pm 0,28	18,74 ^b \pm 0,14
Médias	20,85 \pm 0,16	20,31 \pm 0,16	18,92 \pm 0,16	16,50 \pm 0,16	

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

A análise de regressão mostrou que houve diferença ($P < 0,01$) entre os pesos de abate e entre as dietas ($P < 0,01$), além de ter ocorrido interação ($P < 0,01$) entre os pesos de abate e as dietas (Figura 3.2).

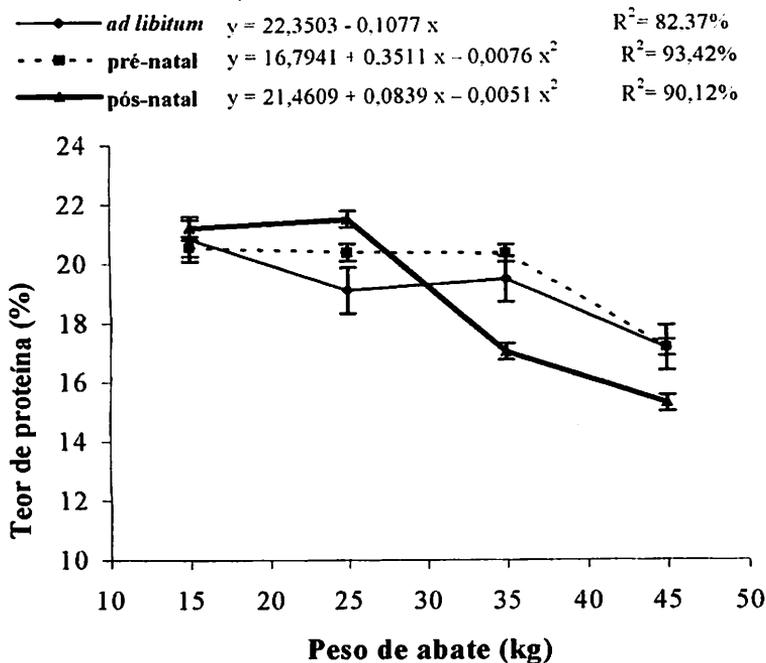


FIGURA 3.2. Valores médios do teor de proteína (%) nos diferentes pesos de abate, para as dietas e suas respectivas equações de regressão.

Ocorreram comportamentos bem distintos entre as dietas nos pesos de 15 e 35 kg. Nos animais da dieta AD, houve um decréscimo nos teores de proteína dos 15 aos 25 kg, seguido de um acréscimo dos 25 aos 35 kg. Os animais submetidos à restrição Po apresentaram comportamento inverso, com aumento dos teores de proteína entre 15 e 25 kg e uma queda acentuada dos 25 aos 35 kg. No caso dos animais submetidos à restrição alimentar Pe, houve uma tendência à estabilização entre 15 e 35 kg. Após os 35 kg, os animais submetidos aos três tratamentos tiveram comportamento semelhante, apresentando uma queda nos teores de proteína.

Os resultados encontrados podem ser explicados pelo crescimento dos tecidos ósseo, muscular e adiposo do animal. Com o aumento do peso de abate, diminui o crescimento ósseo e muscular e aumenta o crescimento do tecido adiposo (Santos, 1999). Ou seja, quanto maior o peso, menor será a necessidade de proteína para o crescimento dos tecidos ósseo e muscular, pois estes já estão formados. A partir daí começa, então, a haver, nestes tecidos, um armazenamento maior de energia com acúmulo de gordura. A raça, a dieta e o manejo, entre outros, podem interferir na composição química da carne. De acordo com Cañeque et al. (1989), quando o aporte de princípios nutritivos é escasso durante o crescimento, órgãos como o cérebro, coração, pulmão e ossos utilizam a maior parte dos nutrientes, havendo, como consequência, uma inibição no desenvolvimento das regiões corporais que se formam mais tardiamente, como os tecidos muscular e adiposo. Assim, a proporção de partes qualitativamente inferiores da composição tecidual (músculo e gordura) será mais elevada nos animais mal nutridos.

Os animais submetidos à restrição Po tiveram um crescimento mais tardio do que os animais submetidos à restrição Pe e de dieta AD, em razão da ingestão de nutrientes abaixo de sua necessidade de manutenção. Isso é oposto ao que aconteceu com os animais da dieta AD que, por terem recebido alimento à vontade em todas as fases da vida, não tiveram prejuízo no seu desenvolvimento normal. Assim, nos animais de restrição Po, começou a ocorrer um maior crescimento somente após os 25 kg, enquanto nos animais AD ocorreu num período anterior a esse peso. Nos animais submetidos à restrição Pe, o crescimento foi também mais tardio do que os animais da dieta AD, ocorrendo com mais intensidade somente após os 35 kg. Os animais Pe passaram por restrição alimentar em todo o seu desenvolvimento embrionário até o nascimento. Ao nascerem, receberam alimento à vontade e passaram a

compensar essa carência de nutrientes, aumentando a síntese de proteínas, lipídeos e outros nutrientes essenciais ao seu desenvolvimento.

3.1.3 Lipídios

Os resultados médios dos teores de extrato etéreo nas diferentes dietas e pesos ao abate são mostrados na Tabela 3.3.

TABELA 3.3. Valores médios de lipídeos (EE) em % e seus respectivos erros - padrão (\pm EP) para o músculo *longissimus dorsi* de cordeiros nas diferentes dietas e pesos de abate.

Dietas	Pesos de abate				Médias
	15 kg	25 kg	35 kg	45 kg	
<i>ad libitum</i>	2,34 ^a \pm 0,03	3,06 ^c \pm 0,03	4,39 ^a \pm 0,03	5,24 ^c \pm 0,03	3,76 ^b \pm 0,01
pré-natal	1,75 ^c \pm 0,03	3,43 ^b \pm 0,03	3,85 ^b \pm 0,03	5,90 ^b \pm 0,03	3,73 ^b \pm 0,01
pós-natal	1,90 ^b \pm 0,03	3,68 ^a \pm 0,03	4,46 ^a \pm 0,03	6,05 ^a \pm 0,03	4,02 ^a \pm 0,01
Médias	2,00 \pm 0,01	3,39 \pm 0,01	4,24 \pm 0,01	5,73 \pm 0,01	

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Para os lipídios (extrato etéreo), houve diferença entre os pesos de abate ($P < 0,01$) e entre as dietas ($P < 0,01$), além de ter ocorrido interação ($P < 0,01$) entre os pesos de abate e as dietas (Figura 3.3).

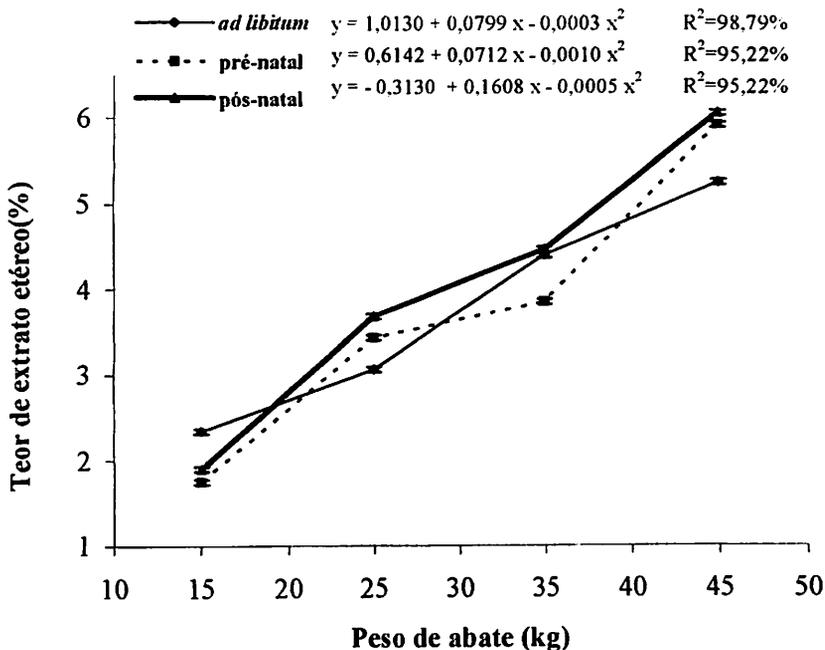


FIGURA 3.3. Valores médios do teor de extrato etéreo (%) nos diferentes pesos de abate para as dietas e suas respectivas equações de regressão.

Os animais submetidos a todas as dietas apresentaram aumento do teor de lipídios, com o aumento do peso de abate.

A partir dos 25 kg, os animais começam a entrar na puberdade e aumenta a síntese de lipídeos para a produção de hormônios sexuais e de crescimento. Animais que foram submetidos a restrições alimentares tendem a aumentar essa síntese, na tentativa de suprir as necessidades do organismo. Como os animais submetidos às restrições alimentares tiveram um comprometimento maior em seu desenvolvimento, a síntese de lipídeos ocorreu mais tardiamente nesses animais, principalmente nos animais submetidos à restrição Po, do que nos animais da dieta AD.

Com base na Tabela 3.3 e na Figura 3.3, pode-se observar que, dentre as restrições alimentares Pe e Po, os animais de restrição Po apresentaram teores de lipídeos superiores aos animais de restrição Pe. Os animais de restrição Pe apresentaram maior quantidade de gordura subcutânea (de cobertura) e menor quantidade de gordura intramuscular, enquanto os animais submetidos à restrição Po apresentaram quantidades maiores de gordura intramuscular e menores quantidades de gordura subcutânea. Como as análises foram realizadas no músculo livre de gordura de cobertura, os teores foram maiores para os animais de restrição Po, pois a gordura intramuscular não pode ser removida. Isso talvez possa ser uma explicação para o fato dos animais de restrição Po terem apresentado maiores teores de lipídeos do que os animais de restrição Pe.

5.1.4 Cinzas

Os resultados médios do teor de cinzas nas diferentes dietas e pesos de abate são mostrados na Tabela 3.4.

TABELA 3.4. Valores médios de cinzas (Cz) em % e seus respectivos erros-padrão (\pm EP) para o músculo *longissimus dorsi* de cordeiros nas diferentes dietas e pesos de abate.

Dietas	Pesos de abate				Médias
	15 kg	25 kg	35 kg	45 kg	
<i>ad libitum</i>	0,95 ^{ab} \pm 0,02	0,96 ^a \pm 0,02	0,53 ^b \pm 0,02	0,66 ^b \pm 0,02	0,78 ^b \pm 0,01
pré-natal	0,83 ^b \pm 0,02	1,00 ^a \pm 0,02	0,66 ^a \pm 0,02	0,84 ^a \pm 0,02	0,83 ^a \pm 0,01
pós-natal	1,06 ^a \pm 0,02	0,99 ^a \pm 0,02	0,57 ^b \pm 0,02	0,72 ^b \pm 0,02	0,84 ^a \pm 0,01
Médias	0,95 \pm 0,01	0,99 \pm 0,01	0,58 \pm 0,01	0,74 \pm 0,01	

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Para o teor de cinzas, houve diferença entre os pesos de abate ($P < 0,01$) e entre as dietas ($P < 0,01$), além de ter ocorrido interação ($P < 0,01$) entre os pesos de abate e as dietas (Figura 3.4).

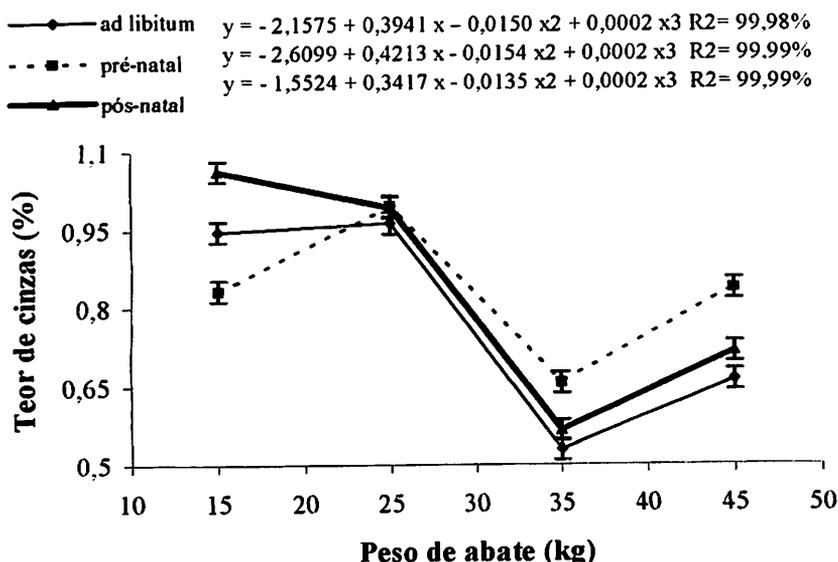


FIGURA 3.4. Valores médios do teor de cinzas (%) nos diferentes pesos de abate para as dietas e suas respectivas equações de regressão.

Todos os animais das três dietas apresentaram queda acentuada a partir dos 25 kg e aumento a partir dos 35 kg. Entre 15 e 25 kg, os animais de restrição Po apresentaram maiores teores de cinzas, seguidos dos animais de dieta AD e os submetidos à restrição Pe. Como os animais de restrição Pe passaram a receber alimento à vontade após seu nascimento, eles aumentaram a síntese de minerais, na tentativa de compensar essa deficiência ocorrida no desenvolvimento embrionário, sendo máxima aos 25 kg. Os animais AD tenderam à estabilização entre os 15 e 25 kg, pois sua dieta não foi alterada com

seu nascimento e os animais de restrição Po apresentaram uma queda nos teores de cinzas em razão de terem recebido uma quantidade de nutrientes menor após o seu nascimento. A partir dos 25 kg, as diferenças entre as dietas foram sutis devido ao fato de ter havido um erro experimental muito pequeno.

Os animais mais leves possuem maior teor de umidade e maior quantidade de músculo. Conseqüentemente, esses animais possuem maiores teores de cinzas do que os animais mais pesados, que possuem mais gordura.

Comparação dos resultados de composição centesimal do experimento com trabalhos de outros autores:

Os resultados de umidade, proteínas e cinzas estão de acordo com Pardi et al. (1993) que descrevem variação entre as espécies de açougue na faixa de 71% a 76% , entre 18% e 22% e próximo a 1%, respectivamente. Para lipídeos, Solomon et al. (1990) relatam também resultados semelhantes. Em ovinos, Apple et al. (1993) e Garcia et al. (1998) encontraram os mesmos valores médios.

Com o aumento de peso ao abate, Kemp et al. (1976), Solomon et al. (1980), Vergara et al.(1999) e Velasco et al. (2000) observaram que houve um aumento no teor de lipídeos totais e queda no teor de umidade, proteína bruta e cinzas.

As variações nos valores de umidade (74,4% a 75,4%), proteína bruta (20,2% a 21,2%), cinzas (1,01% a 1,10%) e lipídeos totais (0,7% a 4,5%) descritas em outros trabalhos estão de acordo com os resultados encontrados neste estudo (Berge et al., 1998; Russo et al., 1999; Berge et al., 1999). Bonagurio (2001) encontrou valores médios semelhantes para umidade (76,1% a 74,3%), proteína (20,3% a 21,4%), lipídios totais (0,8% a 3,5%) e cinzas (1,00% a 1,20%) em ovinos machos e fêmeas da raça Santa Inês puros e cruzados com Texel, nos mesmos pesos de abate (15, 25, 35 e 45 kg).

Ao comparar ovinos e caprinos, nota-se que as cabras apresentam menor teor de lipídeos e maiores teores de umidade e proteína do que os ovinos (Gaili et al., 1972; Babiker et al., 1990).

Souza et al. (2001), trabalharam com cordeiros de sexo misto, provenientes de cruzamento entre as raças Santa Inês e Bergamácia, com pesos de abate de 15, 25, 35 e 45kg. Estes autores encontraram valores de umidade variando entre 76,21% e 73,85%, de lipídeos entre 1,55% e 3,59% e de proteína entre 20,57% e 20,99%, tendo os animais de 25 kg apresentado maiores valores médios (21,51%).

Zeola (2002), estudando a influência de diferentes níveis de concentrado (30%, 45% e 60%) sobre a composição química do músculo *Semimembranosus* de cordeiros Morada Nova, concluiu que os diferentes níveis não influenciaram ($P < 0,05$) o teor de umidade, gordura e cinzas, com valores médios de 75,6%, 2,25% e 1,11%, respectivamente. Entretanto, o teor de proteína foi influenciado ($P < 0,05$), apresentando maior valor (20,61%) na dieta com 60% de concentrado, a qual não diferiu da dieta com 30% (19,86%).

Avaliando os efeitos da substituição (0%, 33%, 66% e 100%) do milho moído pelo resíduo de panificação (biscoito) para ovinos em crescimento, Garcia (1998) não encontrou diferenças ($P > 0,05$) na composição química do músculo LD, com valores médios de 75,60% , 19,78% , 2,14% e 1,09% de umidade, proteína, lipídeos e cinzas, respectivamente. Num outro estudo com cordeiros da raça Suffolk, confinados e abatidos com mesma idade, o mesmo autor ofereceu dietas contendo semente de sorgo vassoura em substituição ao milho, nas mesmas concentrações de 0%, 33%, 66% e 100% e encontraram valores similares ao da pesquisa com o resíduo de panificação. Ele atribuiu a similaridade dos resultados ao fato dos animais pertencerem à mesma categoria. Os autores puderam observar que, conforme aumentaram-se os níveis de

substituição, concomitantemente houve redução do teor de gordura; porém, os cordeiros possuíam a mesma idade, sendo os referidos teores ideais para esta categoria.

Almeida (1990), estudando a composição química da carne de ovinos deslanados Morada Nova, recebendo dieta constituída de pastagem nativa e forragem moída (leucena e capim elefante) com suplementação mineral à vontade, encontrou valores de 76,45% e 76,65% de umidade, 17,60% e 17,90% de proteína e 0,90% de cinzas para carnes da paleta e da perna, respectivamente. Os teores de gordura (4,70% e 3,80%) foram considerados baixos, fato atribuído à baixa qualidade e escassez da pastagem nativa, aliado ao fato de os ovinos não serem castrados.

Zapata et al. (2000) trabalharam com machos inteiros de raças cruzadas ½ Somalis Brasileira ½ Crioula e ½ Santa Inês ½ Crioula , submetidos a duas dietas durante a fase de amamentação: feno de capim-gramão (*Cynodon dactylon*) + feno de leucena (*Leucaena leucocephala*) *ad libitum* e feno de capim-gramão + feno de leucena + concentrado com 20% de proteína bruta *ad libitum*. Os autores não observaram efeito dos genótipos nem do sistema de alimentação sobre a composição centesimal da carne, encontrando valores médios de 76,12% a 76,19%; 19,19% a 19,46%; 1,08% a 1,10% e 2,01% a 2,39% para umidade, proteína, cinzas e lipídeos, respectivamente. Com esses resultados, os autores concluíram que a carne de ovinos do nordeste brasileiro apresenta uma composição química similar às carnes de ovinos de clima temperado.

3.2 Colesterol

Os valores médios encontrados para os teores de colesterol entre as diferentes dietas e pesos de abate são mostrados na Tabela 3.5.

TABELA 3.5. Valores médios de colesterol (Col) em mg/100g e seus respectivos erros-padrão (\pm EP) para o músculo *longissimus dorsi* de cordeiros nas diferentes dietas e pesos de abate.

Dietas	Pesos de abate				Médias
	15 kg	25 kg	35 kg	45 kg	
<i>ad libitum</i>	85,47 ^a \pm 0,45	85,78 ^a \pm 0,45	75,65 ^b \pm 0,45	80,42 ^a \pm 0,45	81,83 ^b \pm 0,22
pré-natal	84,27 ^a \pm 0,45	83,77 ^a \pm 0,45	85,81 ^a \pm 0,45	77,99 ^b \pm 0,45	82,96 ^a \pm 0,22
pós-natal	84,84 ^a \pm 0,45	80,89 ^b \pm 0,45	84,31 ^a \pm 0,45	80,23 ^a \pm 0,45	82,57 ^{ab} \pm 0,22
Médias	84,86 \pm 0,26	83,48 \pm 0,26	81,93 \pm 0,26	79,55 \pm 0,26	

Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Para o teor de colesterol, houve diferença entre os pesos de abate ($P < 0,01$) e entre as dietas ($P < 0,01$), além de ter ocorrido interação ($P < 0,01$) entre os pesos de abate e as dietas (Figura 3.5).

—●— *ad libitum* $y = 56,6313 + 2,1361 x - 0,0380 x^2$ $R^2 = 97,63\%$
 - - ■ - - pré-natal $y = 67,8547 + 0,8657 x - 0,0106 x^2$ $R^2 = 87,69\%$
 —▲— pós-natal $y = 22,3933 + 6,8893 x - 0,2421 x^2 + 0,0027 x^3$ $R^2 = 99,99\%$

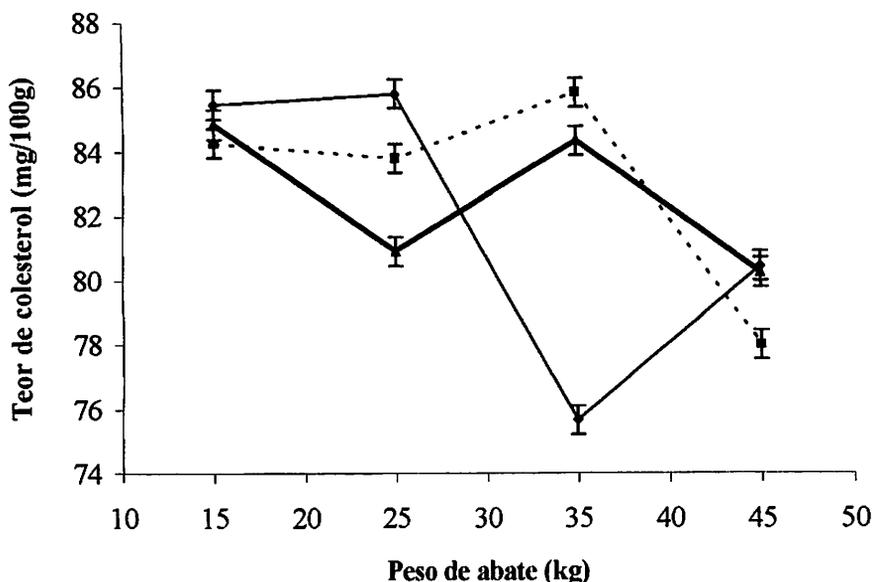


FIGURA 3.5. Valores médios do teor de colesterol (mg/100g) em base úmida nos diferentes pesos de abate para as dietas e suas respectivas equações de regressão.

Os animais submetidos à restrição alimentar Pe e Po tiveram comportamento semelhante, com queda nos teores de colesterol dos 15 aos 25 kg, aumento dos 25 aos 35 kg e nova queda dos 35 aos 45 kg. Os animais submetidos à restrição Pe apresentaram uma queda mais acentuada nessa fase. Os animais de dieta AD apresentaram queda acentuada aos 25 kg e aumento aos 35 kg.

Os teores de colesterol diminuíram linearmente com o aumento do peso ao abate. Essa observação pode ser explicada pelo fato do colesterol ser precursor da síntese de hormônios sexuais, vitamina D e outros hormônios. Portanto, espera-se que os animais mais leves apresentem maiores valores.

Aos 35 kg, os animais da dieta AD apresentaram valores bem menores quando comparados às demais dietas. Essa observação provavelmente se deve ao fato de que os animais submetidos a restrições alimentares acumulam mais gordura de cobertura (subcutânea) e intramuscular. Diversos autores relacionam os níveis de gordura de cobertura com o colesterol. Estes mesmos autores descrevem que quanto maior o nível de gordura de cobertura, maiores são os teores de colesterol. O presente estudo confirma esta relação, já que os animais de restrição Pe, que acumularam maior quantidade de gordura subcutânea, apresentaram maiores teores de colesterol, quando comparados aos animais das demais dietas.

Comparação dos resultados de colesterol do experimento com trabalhos de outros autores:

Os resultados encontrados para o colesterol estão um pouco acima dos valores encontrados no músculo LD de ovinos, sendo 70,4 a 77,0 mg/100g em cordeiros Suffolk x Hampshire com 70 kg (Solomon et al., 1991) e 61,2 a 63,6 mg/100g em ovelhas com 52,1kg (Lough et al., 1992). Valores ainda mais baixos foram descritos por Monteiro & Shimokomaki (1999) que, ao estudarem cordeiros de 33,08 e 26,42 kg, verificaram valores médios entre 39,16 e 38,37 mg/100g.

Swize et al. (1992), estudaram o conteúdo de colesterol no mesmo músculo em ovinos e bovinos com dois níveis de gordura de cobertura (0 e 0,6 cm). Os autores relataram valores entre 72,40 e 86,60 mg/100g para ovinos,

semelhantes aos encontrados neste trabalho, e entre 67,80 e 63,20 mg/100g em bovinos, não encontrando diferenças ($P>0,05$) entre os níveis de gordura para as duas espécies. Os dados do presente trabalho seguem a observação de Morris et al. (1995), trabalhando com bovinos e Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (1995), estudando suínos, que verificaram que o colesterol tende a diminuir com a idade. Prado et al. (2002), estudando o efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre o teor de colesterol, encontraram valores de 75,43; 71,50; 67,57 e 63,64 mg/100g para os pesos de 15, 25, 35 e 45 kg, respectivamente. Comportamento semelhante foi observado por Bragagnolo (1997) em músculos *longissimus dorsi* de bovinos abatidos em três grupos de maturidade 15-18 meses, 20-24 meses e acima de 6 anos, e por Ono et al. (1984) em cordeiros da raça Suffolk abatidos com 4-4,6 meses e 8-9 meses, com pesos de 24,5 e 25 kg, respectivamente. Num experimento com ovelhas adultas da raça Muzaffanagri, Kowale et al. (1996) relataram valores entre 94 e 98 mg/100g.

De acordo com Wheeler et al. (1987), a função biológica da célula determina a concentração de colesterol no tecido muscular, mais do que os fatores genéticos e ambientais. Embora existam diferenças quanto à deposição de gordura atribuída a diferenças entre sexo, alimentação e raça com relação ao teor de colesterol, elas não foram evidenciadas por muitos autores (Dinius et al., 1975; Eichhorn et al., 1986; Wheeler et al., 1987; Bohac & Rhee, 1988; Taylor & Smith, 1990; Solomon et al., 1990; Abu-Tarboush & Dawood, 1993; Clarke et al., 1993). Entretanto, estudos realizados por Solomon et al. (1991) em ovinos criados em diferentes sistemas de confinamento demonstraram diferenças quanto ao teor de colesterol nos diferentes músculos avaliados.

Russo et al. (1990), estudando o efeito de diferentes fontes energéticas na alimentação de cordeiros não encontraram diferença entre as dietas para o teor de colesterol, que apresentou valor médio de 48,33 mg/100g para o músculo *Semitendinosus*.

Zapata et al. (2000) encontraram valores de colesterol entre 54,43 e 60,05 mg/100g de carne em ovinos machos inteiros ½ Somalis brasileira ½ Crioula e ½ Santa Inês ½ Crioula, alimentados com duas dietas durante a amamentação: feno de capim-gramão + feno de leucena *ad libitum* e feno de capim-gramão + feno de leucena + concentrado com 20% de proteína bruta *ad libitum*. Não foi encontrada diferença no teor de colesterol entre as dietas.

Esses autores acreditam que as membranas funcionais do tecido muscular apresentam proporcionalmente mais colesterol que o tecido adiposo intramuscular. Souza et al. (2002) ao trabalharem com diferentes níveis de óleo de canola na ração de suínos (2,0%, 2,5%, 3,0% e 3,5%), encontraram valores entre 37,53 e 27,94 mg/100g de colesterol .

Os fatores associados a essas variações entre os vários trabalhos podem estar relacionados ao manejo alimentar, ao local de coleta da amostra, à idade, à raça dos animais e à própria metodologia usada para a determinação do teor de colesterol.

Comparando-se os resultados de colesterol entre espécies, os valores encontrados nesse estudo foram superiores aos observados no lombo de suíno (49 mg/100g), no contrafilé bovino (51 mg/100g), no peito de frango (58 mg/100g) e inferiores aos encontrados na pele de frango (104 mg/100g), segundo Bragagnolo (1995).

4 CONCLUSÕES

De maneira geral, com o aumento do peso ao abate, houve aumento do teor de lipídeos totais e diminuição do teor de umidade, cinzas e proteína bruta.

Pôde-se observar que os animais que sofreram restrição alimentar pré-natal aparentemente conseguiram compensar a fase de restrição sofrida antes do nascimento, apresentando uma carne com características nutritivas adequadas (mais proteína e menos lipídios). O crescimento tardio dos animais de restrição pós-natal levou a um aumento no teor de lipídeos da carne.

O presente estudo concluiu que, do ponto de vista nutricional, os animais submetidos às dietas *ad libitum* e de restrição pré-natal apresentaram carnes consideradas mais saudáveis, com mais proteína e menos gordura. Os animais de restrição pós-natal ao contrário, apresentaram carnes com maior teor de gordura e colesterol, sendo seu consumo considerado indesejável em razão da possibilidade de desencadear doenças cardiovasculares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABU-TARBOUSH, H.M. & DAWOOD, A.A . Cholesterol and fat contents of animal adipose tissues. **Food Chemistry**, 46, p.89-93, 1993.

ALMEIDA, M.M.M. **Estudo da composição química das carnes de caprinos e ovinos criados no sertão do Ceará**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, p.78, 1990.

APPLE, J.K.; UNRUH, J.A.; MINTON, J.E. et al. Influence of Repeated Restrain and Isolation Stress and Electrolyte Administration on Carcass Quality and Muscle Electrolyte Content of Sheep. **Meat Science** 35: 191-203,1993..

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.

BEERMANN, D.H.; ROBINSON, T.F.; HOGUE, D.E. Impact of Composition manipulation on lean lamb production in the United States. **Journal Animal Science**, Champaign, v.73, n.8, p.2493-2502, Aug.1995.

BERGE, P.; SANCHES, A.; DRANSFIELD, E.; SEBASTIAN, I.; SAÑUDO, C.; BAYLE, M.C. Variations of meat composition and quality in different commercial lamb types. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHONOLY , 45., 1999. **Anais...**502-503.

BERGE, P.; SANCHES, A.; DRANSFIELD, E.; SEBASTIAN, I.; SAÑUDO, C.; AFONSO , M. Lamb meat texture as influenced by animal age and collagen characteristics. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHONOLY , 44., 1998, Barcelona. **Anais...** Barcelona, Espanha, 1998.p. 304-305.

BOHAC, C.E.; RHEE, K.S.; CROSS, H.R.; ONO, K. Assessment of methodologies for colorimetric cholesterol assay of meats. **Journal of Food Science**, v.53, n.1642,1988.

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

BRAGAGNOLO, N. e RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **Teores de Colesterol em Carne Suína e Bovina e Efeito do Cozimento.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.15, n.1, p.11-17, 1995.

BRAGAGNOLO, N. **Fatores que influenciam o nível de colesterol, lipídeos totais e composição de ácidos graxos em camarão e carne.** Campinas: UNICAMP, 1997. 123p. (Tese de Doutorado em Ciência de Alimentos).

CAÑEQUE, V. et al. **La canal de cordero.** In: **PRODUCCIÓN DE CARNE DE CORDERO**, 1989, México. *Anais*. México, 1989.p.367-436.

CASSENS, R.G. **Contribution of meat to human health.** In: 45th **INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY**, 45., *Anais...* p.502-503, 1999.

CLARKE, A.D.; VOGT, D.; CHUANG, J.T.; ROUKE, T.J.; MURPHY, C.; TEWOLDE, A. & CRAWFORD Jr, R.J. **Comparison of carcass characteristics and acceptability of Angus and Romo Sinuano x Angus cattle.** *J. Muscles Food*, 4:2, p.171-177, 1993.

DINIUS, D. A.; EDMONDSON, L.F.; KIMOTO, W. & OLTJEN, R.R. **Growth, blood parameters and tissue lipids of finishing cattle fed a formaldehyde treated casein - safflower oil complex.** *Journal Animal Science*, 40:2, p.358 - 365, 1975.

EICHHORN, J.M.; WAKAYAMA, E.J.; BLOMQUIST, G.J. & BAILEY, C.M. **Cholesterol content of muscle and adipose tissue from crossbred bulls and steers.** *Meat Science*, 16, p.71-78, 1986.

FOLCK, J; LEES, M e STANLEY , G.H.S. **Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipids from Animal Tissues.** *Journal Biol.Chem.* 226:497, 1957.

GAILI, E.S.E.; GHANEM, Y.S.; MUKHTAR, A.M.S. A comparative study of some carcass characteristics of sudan desert sheep and goats. **Animal Production**, Edinburg, v.14, n.3, p.351-357, June, 1972.

GARCIA, C.A. . Avaliação do resíduo de panificação “biscoito” na alimentação de ovinos e nas características quantitativas e qualitativas da carcaça. Jaboticabal, 1998. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária. Universidade Estadual Paulista.

GARCIA, C.A.; SOBRINHO, A.G.S; ROÇA, R.O. Mensurações e análise química do músculo *longissimus dorsi* de ovinos confinados sob diferentes dietas. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, v.35, Botucatu. **Anais...** p.SIS 26, 1998.

HORWITZ, Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists, 13th ed., Washington D.C., A.O.A.C., 1990.

JARDIM, N.S. Sexo e diferentes pesos ao abate na qualidade da carne de capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris* L. 1766). Lavras: UFLA, 2001. 119p. (Dissertação de Mestrado em Ciência dos Alimentos).

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

KOWALE, B.N; RAO, V.K; BABU, N.P; SHARMA, N; BISHT, G.S. Lipid oxidation and cholesterol oxidation in mutton during cooking and storage. **Meat Science** v.43, n.2, p.195-202, 1996.

LOUGH, D.S; SOLOMON, M.B; RUMSEY, T.S; ELSASSER, T.H; SLYTER, L.L; KAHL, S.LYNCH, G.P. Effects of dietary canola seed and soy lecithin in high –forage diets on cholesterol content and fatty acid composition of carcass tissues of growing ram lambs. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1153-1158, 1992.

MONTEIRO, E.M., SHIMOKOMAKI, M. Influência do genótipo nos lipídeos totais e na fração insaponificável da carne de cordeiros. **Ciência Rural**, v.29, n.3, p.545-8, 1999.

MORRIS, C.A.; KIRTOM, A.H.; HOGG, B.W.; BROWN, J.M. MORTIMER, B.J. Meat composition in genetically selected and control cattle from a serial slaughter experiment. **Meat Science**, v.39, p.427-432, 1995.

ONO, K.; BERRY, B.W.; JOHNSON, H.K.; RUSSEK, E.; PARKER, C.F.; CAHILL, V.R. ALTHOUSE, P.G. Nutrient composition of lamb of two age groups. **Journal of Food Science**, v.49, p.1233-1239, 1984.

PARDI, M.C.; SANTOS I.F.; SOUZA, E.R. et al. **Ciencia e Tecnologia da Carne**. Goiânia v.1, p.586, 1993.

PRADO O.V. **Qualidade de carne de cordeiros Santa Inês e Bergamácia abatidos em diferentes pesos**. Dissertação de Mestrado UFLA, Lavras. 109p. 2000.

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**, New York, v.33, n.1, p.77-85, 1999

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

SANTOS, C.L. **Estudo do desempenho, características da carcaça e do crescimento alométrico de cordeiros das raças Santa Inês e Bergamácia**. Lavras: UFLA, 1999. p.143 (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistics**. 5ªed. Cary, North Carolina, 1985. 956p.

SOLOMON, M.B.; KEMP, J.D.; MOODY, W.G.; ELY, D.G.; FOX, J.D. Effect of breed and slaughter weight on physical, chemical and organoleptic properties of lamb carcasses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.51, n.5, p.1102-1107, Nov. 1980.

SOLOMON, M.B.; LYNCH, G.P.; ONO, K. et al. Lipid Composition of Muscle and Adipose Tissue from Crossbred Ram, Wether and Cryptorchid lambs. **Journal Animal Science**. 68:137-142, 1990.

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

SOUZA, X.R. **Efeitos de grupo genético, sexo e peso ao abate na qualidade de carne de cordeiros em crescimento**. Lavras: UFLA, 2001. 116p. (Dissertação de Mestrado em Ciência dos Alimentos).

SWIZE, S.S.; HARRIS, K.B.; SAVELL, J.W & CROSS, H.R. Cholesterol content of lean and fat from beef, pork, and lambs cuts. **Journal Food Composition and Analysis**, 5,p.160-167, 1992.

TAYLOR , D.G. & SMITH, L.W. The influence of breed and type of feed on the cholesterol content of the muscle *longissimus dorsi* of steers. **Australian Journal Experimental Agriculture**, 30:6, p.797-799, 1990.

VELASCO, S.; LAUZURICA S.; CAÑEQUE V.; PEREZ C.; HUIDOBRO F.; MANZANARES C.; DIAZ M.T. Carcass and meat quality of Talaverana breed sucking lambs in relation to gender and slaughter weight. **Animal Science** n.70, p.253-263, 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 médium weight lambs produced in intensive systems. **Meat Science, Barking**, v.52, n.2, p.211-226, June,1999.

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

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

ZEOLA, NIVEA MARIA BRANCACCI LOPES.; Conceitos e parâmetros utilizados na avaliação da qualidade da carne ovina. **Revista Nacional da Carne** 304, p. 36-55, 2002.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os diferentes planos de restrição alimentar impostos aos animais deste estudo foram similares aos efeitos naturais da baixa nutrição nos animais em regiões secas dos trópicos, que é causada por flutuações sazonais na disponibilidade de alimentos. Apesar de ter havido diferença entre as dietas em praticamente todos os parâmetros de qualidade, composição centesimal e colesterol, os resultados encontrados mostraram que as carnes provenientes dos animais desse experimento estão dentro dos padrões de qualidade físico-química apresentando coloração, perda de peso por cozimento e maciez considerados adequados. Do ponto de vista nutricional, a qualidade da carne dos animais submetidos à restrição alimentar pós-natal sofreu prejuízos (excesso de gordura e maior teor de colesterol). À primeira vista, a produção de animais submetidos à restrição alimentar pós-natal seria mais lucrativa, pois os animais consumiram menos alimento do nascimento até o abate. Porém, verificou-se que esses animais experimentaram um crescimento tardio, necessitando de um número maior de dias para alcançar o peso de abate, quando comparado aos animais das demais dietas.

O colesterol dos animais desse experimento apresentou resultados elevados em comparação com outros animais de carne vermelha em todas as dietas e pesos de abate.

Com relação aos pesos, de maneira geral, os animais mais leves apresentaram declínio de pH menos acentuado, entrando em *rigor mortis* somente doze horas após o abate, apresentaram maior luminosidade (valor L*), menor teor de vermelho (valor a*) e de amarelo (valor b*), menor perda de peso por cozimento, menor força de cisalhamento (maior maciez), maior teor de umidade, proteína, cinzas e colesterol e menor teor de gordura, quando

comparados aos animais mais pesados. A permanência das carcaças em temperatura ambiente por até 4 horas antes da entrada na câmara fria contribuiu para a aceleração da glicólise nos animais mais pesados que possuíam maior quantidade de gordura do que os mais leves, influenciando todos os demais parâmetros de qualidade (cor, perda de peso por cozimento e maciez).

Desse modo, pode-se concluir que a restrição alimentar qualitativa (restrição de nutrientes) provocada pela escassez de alimentos em razão da sazonalidade na fase pré-natal, não prejudica o desenvolvimento e a qualidade da carne de cordeiros machos em crescimento da raça Santa Inês deslanada pura caso haja uma alimentação adequada após o nascimento dos cordeiros e que se essa restrição alimentar for realizada na fase pós-natal, há prejuízos no desenvolvimento e na qualidade nutricional desses animais.

ANEXOS

TABELA 1A. Análise de variância de pH do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiros.	123
TABELA 1B. Análise de variância da espessura de gordura subcutânea (EGS) do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiros	123
TABELA 2A. Análise de variância da cor para os valores de L*, a* e b* de cordeiros	124
TABELA 3A. Análise de variância da perda de peso por cozimento (PPC) e da força de cisalhamento(FC) de cordeiros	124
TABELA 4A. Análise de variância da umidade, proteína, gordura e cinzas de cordeiros	125
TABELA 5A. Análise de variância do colesterol de cordeiros	125

TABELA 1A. Análise de variância de pH do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros.

FV	GL	Quadrado médio
Peso	3	0,8979 **
Dieta	2	0,3279 ^{ns}
Peso x dieta	6	0,2192 ^{ns}
Resíduo (a)	36	0,1521
Tempo	7	5,3479 **
Peso x tempo	21	0,0495 **
Dieta x tempo	14	0,0179 ^{ns}
Peso x dieta x tempo	42	0,0156 ^{ns}
Resíduo (b)	225	0,0137

** (P< 0,01); ns (não significativo)

TABELA 1B. Análise de variância da variável espessura de gordura subcutânea (EGS).

FV	GL	EGS
		Quadrado médio
Dieta	2	1,5640 **
Peso	3	5,77611 **
Dieta x peso	6	0,3823 **
Resíduo	24	0,1118

** (P< 0,01)

TABELA 3A. Análise de variância da perda de peso por cozimento (PPC) e da força de cisalhamento (FC) de cordeiros.

FV	GL	PPC	FC
Dieta	2	0,3437 ^{ns}	0,0842 **
Peso	3	314,7664 **	4,6800 **
Dieta x peso	6	6,9272 ^{ns}	0,2485 **
Resíduo	36	6,1915	0,0003

** (P < 0,01); ns (não significativo)

TABELA 2A. Análise de variância de cor para os valores L*, a* e b* de cordeiros.

FV	GL	L*	a*	b*
Dieta	2	46,9399 **	21,8462 **	79,7829 **
Peso	3	46,9398 **	8,9583 *	105,2916 **
Dieta x peso	6	71,0607 **	12,1155 **	30,4495 **
Resíduo	36	3,8860	2,4791	6,4366

** (P < 0,01); * (P < 0,05)

TABELA 4A. Análise de variância da umidade , proteína , gordura e cinzas de cordeiros.

FV	GL	umidade	proteína	gordura	cinzas
Dieta	2	0,5231 ^{ns}	2,1240 **	0,3120 **	0,0133 **
Peso	3	10,5142 **	33,8717 **	21,9842 **	0,3170 **
Dieta x peso	6	2,9311 **	4,9428 **	0,3867 **	0,0218 **
Resíduo	24	0,2662	0,2383	0,0019	0,0013

** (P< 0,01); ns (não significativo)

TABELA 5A. Análise de variância do colesterol de cordeiros.

FV	GL	colesterol
		Quadrado médio
Dieta	2	3,9509 **
Peso	3	46,6915 **
Dieta x peso	6	37,0011 **
Resíduo	24	0,5962

** (P< 0,01)

