

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS,  
PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS, AROMA E  
SABOR DA CARNE DE CORDEIROS  
ALIMENTADOS COM TORTA DE ALGODÃO**

**DEIVID GUARESCHI FAGUNDES**

**2014**

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS, PERFIL DE ÁCIDOS  
GRAXOS, AROMA E SABOR DA CARNE DE CORDEIROS  
ALIMENTADOS COM TORTA DE ALGODÃO

DEIVID GUARESCHI FAGUNDES

Orientador: Prof. Dr. Dorival Pereira Borges da Costa  
Coorientador: Prof. Dr. Xisto Rodrigues de Souza

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
do Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Mato Grosso como parte das  
exigências para obtenção do título de Mestre

Cuiabá - MT  
Fevereiro – 2014

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES TRABALHOS, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Divisão de Serviços Técnicos. Catalogação da Publicação na Fonte. IFMT Campus  
Cuiabá Bela Vista  
Biblioteca Francisco de Aquino Bezerra

F156c

Fagundes, Deivid Guareschi.

Características físico-químicas, perfil de ácidos graxos, aroma e sabor de carne de cordeiros alimentados com torta de algodão / Deivid Guareschi

Fagundes. \_\_ Cuiabá, 2014.

123f.

Orientador: Dr. Dorival Pereira Borges da Costa.

Coorientador: Dr. Xisto Rodrigues de Souza

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) –  
Programa de Pós-graduação. Instituto Federal de Educação Ciência e  
Tecnologia de Mato Grosso.

1. Ácido linoleico conjugado – Dissertação. 2. biodiesel – Dissertação.  
3. composição centesimal – Dissertação 4. Análise sensorial – Dissertação I.  
Costa, Dorival Pereira Borges. II. Souza, Xisto Rodrigues. III. Título.

IFMT CAMPUS CUIABÁ BELA VISTA

CDU 664

CDD 664

## **DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**ÁREA DE CONHECIMENTO:** Qualidade de carne

**CURSO:** Mestrado

**AUTOR:** Deivid Guareschi Fagundes

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Dorival Pereira Borges da Costa

**DATA DA DEFESA PÚBLICA:** 27/02/2014

**TÍTULO APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:** Características físico-químicas, perfil de ácidos graxos, aroma e sabor da carne de cordeiros alimentados com torta de algodão.

### **COMISSÃO EXAMINADORA**

Prof. Dr. Dorival Pereira Borges da Costa

Prof. Dr. José Masson

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Nágela Farias Magave Picanço Siqueira

Prof. Dr. Joanis Tilemahos Zervoudakis

- 0 -

### **ATESTADO**

Atesto terem sido feitas as correções sugeridas pela Comissão Examinadora.

Orientador: Dr. Dorival Pereira Borges da Costa  
Presidente da Comissão Examinadora

## **DEDICATÓRIA**

A Deus,

Aos meus pais, Jarbas Vargas Fagundes e Zelia Guareschi Fagundes

A minha irmã, Diely Guareschi Fagundes

A minha esposa, Eliane Azevedo de Mello

Que para mim são a base de tudo!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por ser a luz que guia os meus passos e sempre me dar forças para seguir lutando e vencendo.

Aos meus pais, Jarbas e Zelia, pela vida e por todas as orações, ensinamentos, conselhos, dedicação, amizade e incentivo.

A minha irmã Diely e ao meu cunhado Luis Messa, por me darem segurança e apoio nessa jornada.

A minha esposa Eliane Azevedo de Mello... sem palavras. Obrigado pelo apoio, confiança, companherismo, compreensão, estímulo, amor, entre outros tantos sentimentos bons que sinto quando estou contigo e/ou penso em ti.

As minhas “cabiçudas”, Laika e Lunna que apesar de saber que elas não entenderão esta escrita, devo-lhes muitos agradecimentos por representarem o amor, dedicação e, principalmente, lealdade.

Ao meu orientador Professor Dr. Dorival Pereira Borges da Costa pela orientação, amizade e, principalmente, por ter sido a pessoa que primeiramente me motivou a realizar o mestrado. Obrigado pela confiança.

Ao Professor Dr. Xisto Rodrigues pela orientação.

Ao Professor Dr. Luciano Cabral e toda sua equipe, pois sem o trabalho de vocês eu não conseguiria realizar o meu.

A UNESP, em nome do professor Roberto Roça e a EsaLQ, em nome do professor Dante Lanna, por não terem medido esforços para ceder seus laboratórios para a realização de algumas análises.

Aos amigos e compadres Vera de Quadros e César. À Professora Vera tenho que agradecer pelo apoio e compreensão.

Ao amigo, e na oportunidade colega, professor João Vianney pela força e aulas trocadas. Saiba seu João, que sem seu auxílio, este trabalho se tornaria bem mais difícil.

A Cassiana Kissel, pela disponibilidade e ajuda, sempre sem medir esforços.

Ao meu amigo Flávio Dalchiavon, pelo auxílio nas análises estatísticas.

A Quézia Pereira Borges da Costa, pelo auxílio nas análises laboratoriais.

Aos meus amigos Darlon Alves de Almeida e Mariana Seguí e o Pedrão, pelos muitos e bons momentos que convivemos juntos.

Ao meu amigo Luis Ricardo Brum, por ser esta pessoa que admiro e considero muito. Aquele “quebra-costela”.

Ao Nataniel, amigo de velhos tempos que posso dizer, sem sombra de dúvidas, que é um cara nota 10 e que me hospedou várias vezes, facilitando essa jornada do mestrado. Valeu “seco”!

Aos amigos do IFMT – Campus Campo novo do Parecis, em especial a gurizada da República “Bate-Caverna” e os frequentantes da mesma, entre eles: Mádison, Henrique Sobreira (“Jaca”), Luis Cláudio (“Carioca”), Jessé, Flávio, Vitor, Fausto, Djandir, Magno, Paulo Abreu, Marcos Vargas, Giovani, Sassá, Seu Lorenzon, Brum, Paulo Furtado, André Labegalini, Antunes, Fábio Bezerra, Francisco Américo, Fuad, Gilmar, entre outros que posso não ter lembrado no momento.

Aos amigos do IFMT – Campus Confresa e colegas de moradia, Lucas de Paula Mera e Raphael Cessa. Ao Raphael também agradeço pela enorme e importante ajuda na parte estatística do meu trabalho. Além desses, também agradeço as horas boas que convivi com o Adriano, Manoel, Felipe (“Pimpão”), Josemar, Ricardo, Lessi, Leonardo, Cleverson (“Gordin”), Bruno, Inaê, Bety, Maria Oséia, Emerson (“Matupá”) e Róbson.

Aos meus colegas da 1ª turma de mestrado do IFMT Márcia, Ana, Gracieli, Wanessa, Simone, Carol, Ruben, Jandinei e Alexandre. Ficaremos na história do IFMT, rsrs.

Ao IFMT, em especial ao Campus Bela Vista que me oportunizou este mestrado e me deu condições para realizá-lo.

A todo o quadro de Professores do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do IFMT – Campus Bela Vista, bem como seus gestores, em nome do Professor José Masson.

A CAPES e FAPESP pela concessão de bolsa de estudos e ajuda financeira.

Peço perdão se esqueci alguém e,

Obrigado a todos vocês, pois cada um contribuiu da sua maneira.

Que Deus ilumine sempre vocês!

## SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1 .....	1
1. Considerações iniciais.....	2
1.1. Introdução.....	2
2. Revisão de Literatura .....	3
2.1. Panorama da Ovinocultura .....	3
2.2. Biodiesel.....	6
2.3. Coprodutos da agroindústria na alimentação de ruminantes.....	8
2.4. Carcaça Ovina.....	11
2.5. Parâmetros de qualidade da carne ovina .....	13
2.5.1. Composição Química da Carne Ovina .....	14
2.5.1.1. Composição Centesimal.....	14
2.5.1.2. Umidade.....	15
2.5.1.3. Proteína.....	16
2.5.1.4. Lipídeos .....	16
2.5.1.5. Minerais .....	18
2.5.2 Composição Lipídica da Carne Ovina .....	19
2.5.2.1. Ácidos Graxos.....	19
2.5.3. Parâmetros Físicos e Físico-Químicos da Carne Ovina .....	28
2.5.3.1. Cor.....	29
2.5.3.2. Capacidade de Retenção de Água (CRA).....	30
2.5.3.3. Perda de Peso por Cocção (PPC).....	32
2.5.3.4. Força de Cisalhamento.....	33
2.5.3.5. pH.....	35
2.5.4. Características Sensoriais (Aroma e Sabor) .....	37
2.6. Referências bibliográficas.....	44
CAPÍTULO 2 .....	58
Características físico-químicas, perfil de ácidos graxos, aroma e sabor da carne de cordeiros alimentados com torta de algodão .....	59
Resumo.....	59

Abstract .....	61
3.1. Introdução .....	63
3.2. Material e métodos.....	64
3.2.1. Local do experimento .....	64
3.2.2. Animais e alimentação.....	64
3.2.3. Dieta experimental .....	65
3.2.4. Coleta das amostras.....	66
3.2.5. Análises laboratoriais.....	66
3.2.6. Análise estatística .....	70
3.3. Resultados e discussão.....	70
3.4. Conclusão.....	113
3.5. Referências bibliográficas.....	114

**LISTA DE TABELAS**

	Página
Tabela 1. Porcentagem dos ingredientes nas dietas experimentais em função dos níveis de torta de algodão .....	65
Tabela 2 - Composição centesimal da carne de cordeiros em função dos níveis de torta de algodão na dieta .....	71
Tabela 3 – Médias do perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros em função dos níveis de torta de algodão na dieta .....	75
Tabela 4 – Médias dos AGS, AGMI e AGPI e suas relações na carne de cordeiros em função dos níveis de torta de algodão na dieta .....	88
Tabela 5 - Características da carne de cordeiros em função dos níveis de torta de algodão na dieta .....	97
Tabela 6 – Intensidade do aroma estranho e do sabor estranho da carne de cordeiros em função dos níveis de torta de algodão na dieta .....	109

## LISTA DE FIGURAS

Página

### **Revisão de Literatura**

Figura 1: Produção de biodiesel acumulada ..... 7

Figura 2: Capacidade instalada de produção de biodiesel ..... 7

### **Características físico-químicas, perfil de ácidos graxos, aroma e sabor da carne de cordeiros alimentados com torta de algodão**

Figura 1: Teor de ácido iso-tetradecanóico ( $C_{14:0}$  *ISO*) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão..... 78

Figura 2: Teor de ácido *iso*-pentadecanóico ( $C_{15:0}$  *ISO*) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão..... 79

Figura 3: Teor de ácido *anteiso*-pentadecanóico ( $C_{15:0}$  *ANTEISO*) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão..... 79

Figura 4: Teor de ácido *iso*-hexadecanóico ( $C_{16:0}$  *ISO*) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão..... 80

Figura 5: Teor de ácido *iso*-heptadecanóico ( $C_{17:0}$  *ISO*) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão..... 80

Figura 6: Teor de ácido esteárico ( $C_{18:0}$ ) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão. .... 81

Figura 7: Teor de ácido *c*-12-octadecenóico ( $C_{18:1}$  *c12*) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão..... 81

Figura 8: Teor de ácido eicosadienóico ( $C_{20:2}$ ) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão..... 82

Figura 9: Teor de ácido oléico ( $C_{18:1}$  *c9*) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão. .... 82

Figura 10: Teor de ácido c11-octadecenóico ( $C_{18:1\ c11}$ ) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão.....	83
Figura 11: Concentração de ácidos graxos saturados (AGS) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão.....	91
Figura 12: Concentração de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão. ....	91
Figura 13: Concentração de ácidos graxos insaturados totais (AGI) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão. ....	92
Figura 14: Relação AGMI/AGS na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão. ....	94
Figura 15: Relação AGI/AGS na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão. ....	96

**LISTA DE ABREVIACOES**

*ad libitum* – à vontade

AG – Ácido graxo

AGD – Ácidos graxos desejáveis (AGI + C<sub>18:0</sub>)

AGI – Ácidos graxos insaturados totais (AGMI + AGPI)

AG IND. – Ácidos graxos indesejáveis (C<sub>14:0</sub> + C<sub>16:0</sub>)

AGMI – Ácido graxo monoinsaturado

AGPI – Ácido graxo poliinsaturado

AGS- Ácido graxo saturado

°C – Graus Celsius

CAI – Caroo de algodão integral

CLA – Ácido linoléico conjugado

cm – Centímetro

CMS – Consumo diário de MS

CNF – Carboidratos não fibrosos

CRA – Capacidade de reteno de gua

CT – Carboidratos totais

EE – Extrato Etéreo

FC – Força de cisalhamento

FDA – Fibra em detergente cido

FDN – Fibra em detergente neutro

FDNcp – Fibra em detergente neutro corrigida para MM e proteína

g – gramas

IA – ndice de aterogenicidade ( $[(C_{12:0} + (4 * C_{14:0}) + C_{16:0})] / AGI$ )

kg – Kilograma

kgf – Kilograma força

LDL – Lipoproteína de baixa densidade

m – Metro

m<sup>2</sup> – Metro quadrado

mg – miligrama

min. – Minuto

mL - Mililitro

MM – Matéria mineral

MS – Matéria seca

NDT – Nutrientes digestíveis totais

NRC – National Research Council

PB – Proteína bruta

PC – Peso corporal

pH – Potencial hidrogeniônico ou potencial de hidrogênio

ppm – Parte por milhão

PPC – Perda de peso por cocção

SRD – Sem raça definida

$\omega$  – Carbono terminal (chamado de carbono ômega -  $\omega$ )

$\omega_6 / \omega_3$  – Relação ômega 6 / ômega 3

$\emptyset$  – Diâmetro

$\mu\text{m}$  – Micrometro

$\mu\text{L}$  - Microlitro

## **CAPÍTULO 1**

## **1. Considerações iniciais**

### **1.1. Introdução**

O Brasil se destaca como um dos maiores produtores e consumidores de carnes no mundo. Assim, a carne ovina representa um importante papel, pois sua produção tem aumentado significativamente, como resultado do elevado potencial do mercado consumidor dos grandes centros urbanos brasileiros, apresentando-se como uma atividade alternativa capaz de adicionar renda às atividades rurais. A receita no ano de 2012 com exportações de carnes foi em torno de US\$ 13,9 bilhões (ABIEC, 2013). Além disso, este setor é um importante elo na cadeia produtiva de grãos, uma vez que consome significativa parte da produção de milho e farelo de soja, principais componentes da ração animal.

No entanto, este cenário apresenta alguns entraves, tais como: baixa produtividade, preços baixos e custos de produção elevados. Somando-se a estes fatores também se observa a elevação dos níveis de exigência por parte dos consumidores cada vez mais preocupados com segurança alimentar e saudabilidade.

Dentro deste contexto, melhorar a qualidade dos produtos, tanto das matérias-primas utilizadas, quanto do produto final e aumentar a produtividade com o propósito de atender ao mercado interno, além de consolidar e ampliar a presença no mercado externo são estratégias de grande importância para maximização do lucro por parte dos produtores.

Em virtude das exigências e perspectivas de mercado faz-se necessário buscar alternativas que incrementem a produtividade dos rebanhos ovinos. Sendo assim, muitos produtores têm intensificado a utilização do confinamento como alternativa para antecipar o abate dos animais, melhorar a qualidade da carcaça e, principalmente, aproveitar os melhores preços da entressafra, além de resultar em retorno mais rápido do capital investido.

Todavia, conforme Nunes, et al. (2011), a nutrição representa a maior parcela dos custos totais de produção, uma vez que podem chegar a 90% dos custos operacionais totais, o que depende da categoria animal considerada e do nível de produção desejado.

Buscando diminuir custos com alimentação muitos profissionais têm formulado dietas utilizando alimentos alternativos, como os resíduos agroindustriais. Entre esses alimentos, o caroço de algodão e seus coprodutos, onde se inclui a torta, tem-se mostrado uma excelente opção para uso em confinamentos, visto que a associação do alto teor de proteína com elevado conteúdo de energia faz com que facilite a formulação de dietas de custo mínimo (MEDEIROS et al., 2005). Outra vantagem no uso da torta de algodão na dieta de ovinos de corte consiste no decréscimo, em termos absolutos, do teor de colesterol (MADRUGA, et al., 2008).

Segundo Palmquist e Mattos (2006), apesar da importância dos lipídeos na alimentação, tais como absorção de vitaminas lipossolúveis, fornecimento de ácidos graxos essenciais e deposição de gordura em produtos, o alto teor de extrato etéreo (EE) presente no caroço de algodão pode limitar a inclusão deste ingrediente em dietas para ruminantes. Mas, sem dúvida, a principal desvantagem é a associação do caroço de algodão e seus coprodutos com problemas no sabor da carne. Porém, existem poucos trabalhos estudando intensamente o seu efeito no sabor e outras características da qualidade da carne.

Considerando a crescente produção de biodiesel no Brasil e no estado do Mato Grosso, gerando aumento da disponibilidade de coprodutos como a torta de algodão e levando em conta a associação desta com problemas no aroma e sabor da carne, além do interesse e preocupação dos confinadores do país em utilizar ingredientes aprovados que não causem problemas na exportação, são de fundamental importância mais estudos sobre a influência da torta de algodão nas características físico-químicas e sensoriais da carne de ovinos.

## **2. Revisão de literatura**

### **2.1. Panorama da Ovinocultura**

Segundo Viana (2008), dentre as primeiras espécies que foram domesticadas pelo homem, estão os ovinos. A sua criação possibilitava, principalmente, alimento (carne e leite) e proteção, pelo uso da lã, fibra que servia como proteção contra as intempéries do ambiente, o que resultou na expansão da ovinocultura, presente em praticamente todos os continentes, visto que a espécie se difundiu principalmente pela

adaptabilidade a diferentes climas, relevos e vegetações. Atualmente, um mercado promissor é a produção de carne, visto que estes animais apresentam fácil manejo, rápida reprodução (média de três gestações em dois anos), e maior rentabilidade, pois o abate pode ocorrer a partir dos quatro meses de idade (EMBRAPA, 2006).

Os maiores rebanhos estão distribuídos pelos países pertencentes à Ásia, África e Oceania. A China se destaca como sendo o país com maior número de animais, seguido da Austrália, Índia, Irã, Sudão e Nova Zelândia. No entanto, a União Européia e os Estados Unidos são os mercados mais rentáveis para a comercialização de carne ovina, pois nestes países é vista como um produto diferenciado, sendo ela apreciada e valorizada pelos consumidores de classes mais altas, o que torna esses mercados os mais visados para a exportação pelos países produtores (VIANA, 2008).

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2013), em 2010, o comércio internacional envolvendo a pecuária ovina movimentou cerca de 6,5 bilhões de dólares. As exportações estão evoluindo nas últimas décadas, onde cerca de 90% de toda carne ovina comercializada no mundo tem sua origem em países desenvolvidos, com uma participação dominante da Nova Zelândia e Austrália, que somadas, colaboram com cerca de 65% das exportações. Com relação às importações, observou-se aumento nas últimas duas décadas, com destaque, no ano de 2010, para a União Européia com 226 mil toneladas e Estados Unidos com 165,5 mil toneladas, além das economias Asiáticas que tem aumentado o volume importado nos últimos anos em função do crescimento populacional e do aumento do poder de compra do consumidor.

A mesma fonte acima, afirma que o comércio internacional de carne ovina está sustentado sobre uma firme e crescente demanda, demonstrando uma evolução no consumo. As perspectivas são de estabilidade na demanda nos países desenvolvidos com crescimento de 3,6% até 2021. No entanto, nos países emergentes e em desenvolvimento, que na última década já apresentaram variação positiva de 21,4%, as expectativas para a década de 2010 são de um crescimento de quase 25% no consumo de carne ovina.

O Brasil possui 17,3 milhões de cabeças ovinas distribuídas por todo o país, porém, concentradas em grande número no estado do Rio Grande do Sul (28,1%) e, principalmente, na Região Nordeste (56,7%). Deve-se destacar que o maior aumento foi

registrado na Região Centro-Oeste do país, 12,4%, alavancado pelo crescimento de 24,1% em Mato Grosso onde o objetivo é a produção de carne, utilizando-se sistemas mais intensivos de criação (IBGE, 2013).

O consumo brasileiro per capita anual de carne ovina, que está entre 0,6 – 0,7 kg é relativamente baixo quando comparado ao de bovinos, aves e suínos, que é de 37,4; 43,9 e 14,1 kg/ano, respectivamente. Entretanto, este valor é considerado subestimado, pois grande parte do comércio de carne ovina ocorre de maneira informal (FAO, 2013). Levando-se em consideração a expansão do mercado, o principal desafio é aumentar o consumo de carne ovina, a fim de acelerar o crescimento. Dentre as principais ferramentas para isto, pode-se citar a regularidade de oferta. Além disso, esta expansão de forma significativa nos últimos anos interpõe-se a um grande problema, devendo ser minimizado urgentemente, que é a qualidade do produto através da padronização das carcaças a serem colocadas no mercado, o que valoriza o mesmo e atrai o consumidor (SIQUEIRA et al., 2002).

Apesar de o rebanho ovino brasileiro ter apresentado um aumento nos últimos anos, a produção nacional não tem conseguido atender à demanda interna, sendo necessária a importação deste produto. Os principais exportadores da carne ovina consumida no Brasil são Uruguai, Argentina e Nova Zelândia (VIANA, 2008).

O sistema de produção de carne ovina brasileira é o extensivo, que se caracteriza por apresentar baixos índices produtivos, em decorrência da reduzida aplicação de tecnologias que revertam, por exemplo, a reduzida disponibilidade de forragem na época seca do ano (COSTA et al., 2011), e resulta em abate de animais com idade mais avançada (SOUSA et al., 2008), associado à ausência de procedimentos que previnam a elevada incidência de verminose nos animais.

Assim, o confinamento torna-se uma alternativa interessante, visto que diante das perspectivas de mercado, faz-se necessário intensificar processos de terminação de cordeiros para garantir a produção de animais precoces, que resulte em carcaças de elevada qualidade e retorno mais rápido do capital investido (XENOFONTE et al., 2008).

Segundo Pires et al. (2006) os cordeiros constituem potencialmente a categoria ovina que possui a carne de maior aceitabilidade pelo mercado consumidor, haja vista

suas melhores características de carcaça e a melhor qualidade de sua carne, além de serem mais eficientes para transformação dos nutrientes da dieta em tecidos corporais. Desta forma, o confinamento é a principal estratégia para a obtenção de cordeiros precoces (30-35 kg de peso vivo; 3-5 meses de idade), os quais proporcionam a obtenção de carne de qualidade, com elevada apreciação pelo consumidor e, portanto, com melhores preços pagos aos produtores. Esse sistema de produção é uma alternativa que possibilita a terminação de cordeiros com maior rapidez, contudo, os elevados custos dos insumos, principalmente concentrados, muitas vezes dificultam a implantação deste sistema (PIRES et al., 2006), o que aumenta a busca por alimentados alternativos, a fim de reduzir os custos de produção e disponibilizar para o mercado consumidor um produto de qualidade que atenda suas exigências.

Neste sentido, a avaliação da torta de algodão em dietas de cordeiros confinados é de fundamental importância para identificar possíveis efeitos da inclusão desta sobre os aspectos físico-químicos e sensoriais da carne.

## **2.2. Biodiesel**

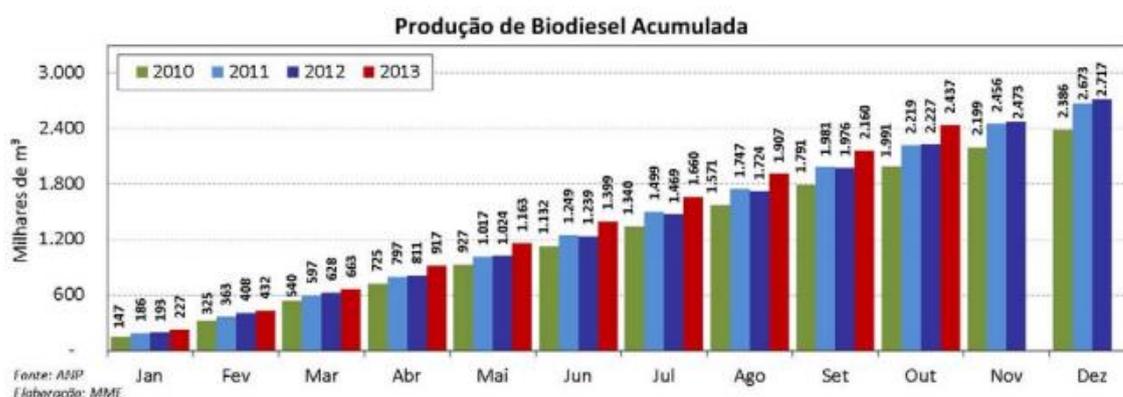
A redução das reservas de combustíveis fósseis nas duas últimas décadas, devido ao aumento dos custos, em decorrência do progressivo esgotamento das suas reservas naturais e das dificuldades de extração e transporte, juntamente com a maior pressão da sociedade mundial preocupada com a emissão de carbono, decorrente do uso de combustíveis derivados do petróleo e o impacto desses sobre o clima da terra, tem forçado a busca por fontes de energia alternativas ao petróleo (VIEIRA et al., 2010).

Nesse cenário, a pressão para a adoção de outras fontes de energia menos poluentes e sustentáveis, evidencia os benefícios do biodiesel (VIEIRA et al., 2010) e, desta forma, este biocombustível surge como alternativa ao diesel por ser renovável, ser fabricado por diversas matérias-primas, possuir custo relativamente baixo, não poluir o ambiente e não contribuir para o aumento do efeito estufa, pois permite o ciclo fechado do carbono, onde ele é absorvido quando a planta cresce e é liberado quando o biodiesel é queimado na combustão do motor (CUNHA et al., 2007).

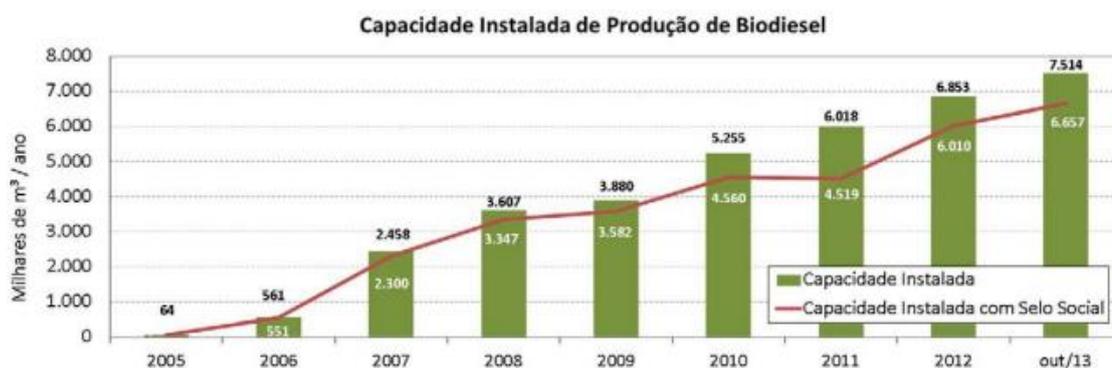
De acordo com o decreto nº 5.297 de 6 de dezembro de 2004 o biodiesel é definido como combustível para motores de combustão interna com ignição por

compressão, sendo este renovável e biodegradável, pois é derivado de óleos vegetais ou de gorduras animais, e pode substituir parcial ou totalmente o óleo diesel de origem fóssil (BRASIL, 2004).

O Brasil por suas características edafoclimáticas e extensão territorial possibilita o cultivo de várias oleaginosas (algodão, soja, girassol, mamona, dendê, entre outras) que podem ser utilizadas para a produção de biodiesel, o que coloca o país entre os maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo (ANP, 2013), conforme podemos observar nas figuras 1 e 2.



**Figura 1:** Produção de biodiesel acumulada (ANP, 2013)



**Figura 2:** Capacidade instalada de produção de biodiesel (ANP, 2013)

Tendo em vista os benefícios e vantagens, o governo brasileiro, através da Lei nº 11.097/2005 incluiu o biodiesel na matriz energética nacional e definiu volume mínimo obrigatório, inicialmente com 2% de adição e a partir da resolução nº 6/2009, desde 1º de janeiro de 2010, adição de 5% deste ao diesel de petróleo (ANP, 2013). Com isso, a

produção de biodiesel no mês de outubro de 2013 foi de 2,437 bilhões de litros e a capacidade instalada nesse mesmo período foi de 7,514 bilhões de litros/ano (PORTAL DO BIODIESEL, 2013).

No ano de 2012, o Brasil produziu em torno de 2,7 bilhões de litros de biodiesel. A região Centro-Oeste tem merecido destaque na produção, pois de acordo com uma análise da distribuição regional da produção nacional, em fevereiro de 2013 apresentou os seguintes dados: 41,9% Centro-Oeste (1,164 bilhão de litros), 32,6% Sul, 12,6% Nordeste, 11,8% Sudeste e 1,1% Norte (ANP, 2013). Segundo a UBRABIO (2013), as indústrias do estado do Mato Grosso injetaram no mercado 474 milhões de litros de biodiesel no respectivo ano.

Este aumento de produção do biodiesel também aumenta a disponibilidade dos seus coprodutos gerados no processo, tais como glicerina, as tortas e farelos, que são utilizados na alimentação animal e que podem constituir outras fontes de renda para a cadeia do produto. Assim, o estudo dos efeitos destes, nos parâmetros qualitativos de produção se torna indispensável para garantir o sucesso desta matéria-prima (ABDALLA et al., 2008).

### **2.3. Coprodutos da agroindústria na alimentação de ruminantes**

De acordo com Zervoudakis et al. (2011), o termo coproduto, pode ser uma opção de terminologia para ingredientes alternativos aos ingredientes tradicionais, em virtude de se apresentar com uma melhor denominação conceitual, pois a legislação que dispõe sobre a inspeção e a fiscalização dos produtos destinados à alimentação animal, através do decreto nº 6.296 / 2007, não deixa claro a distinção entre subproduto e resíduos. Ambas as terminologias usadas demonstram subjetivamente aspectos qualitativos inferiores ou mesmo podem indicar a presença de contaminantes no caso de resíduos.

O óleo é o principal produto da indústria do biodiesel, mas o aproveitamento e agregação de valor aos coprodutos são fundamentais para a viabilidade econômica dos sistemas de produção de biodiesel, no sentido de poder proporcionar melhor remuneração aos demais integrantes da cadeia produtiva (BOMFIM et al., 2009).

Assim a produção de biodiesel a partir de fontes de lipídeos vegetais gera uma quantidade significativa de coprodutos para a alimentação animal. Basicamente estão disponíveis para a alimentação animal a torta, se a extração do óleo for realizada por procedimentos mecânicos (prensagem), ou farelo quando o material é submetido à extração química (com solventes) após o processo de extração física (BOMFIM et al., 2009). Em relação às tortas, em função de variações ocorridas no processo de extração do óleo, pode ser obtida a torta gorda (5-10% de óleo residual), a qual contém mais energia e menos proteína, pois é proveniente apenas da prensagem mecânica, ou torta magra (menos de 2% de óleo residual), que além dos processos mecânicos foi submetida à extração por solventes, apresentando, portanto maior teor de proteína (BARROS, 2010).

Aliado a isso, a crescente demanda por uma melhor utilização dos recursos alimentares no mundo tem evidenciado a necessidade da utilização de fontes energéticas e protéicas na alimentação animal que não mantenham competição com a alimentação do homem. Os ruminantes em virtude de sua capacidade digestiva são capazes de apresentar uma melhor utilização de alimentos que outras espécies pouco utilizam ou aproveitam. Dessa forma, os coprodutos da agroindústria vêm merecendo uma atenção especial, tendo em vista sua utilização na alimentação animal, principalmente para ruminantes que possuem capacidade de transformar estes coprodutos em carne, leite, lã e pele a custos razoavelmente baixos (CUNHA et al., 1998).

O Brasil possui enorme quantidade de coprodutos da agroindústria com potencial para uso na alimentação animal, com destaque para a região Centro-Oeste, particularmente o Estado de Mato Grosso. A produção do país na safra 2012/2013 totalizou 185 milhões de toneladas, superior 14,2% à safra anterior. Entre as grandes regiões, o volume total da produção de cereais, leguminosas e oleaginosas apresentou a seguinte distribuição (em milhões de toneladas): região Centro-Oeste, 74,5; região Sul, 73,3; Sudeste, 19,5; Nordeste, 13,1 e região Norte com 4,5. Entre os Estados da federação, Mato Grosso lidera como maior produtor nacional de grãos, com participação de 23,2% do total (IBGE, 2013).

A fonte acima também mostra que a produção de algodão em 2012 no Brasil foi de 4,96 milhões de toneladas, com destaque para Mato Grosso, que continua sendo o principal produtor nacional com 56,5% da produção.

Conforme Valadares Filho (2006), dentre os coprodutos do beneficiamento do algodão, destaca-se caroço de algodão integral (CAI), apresentando a seguinte composição bromatológica: 22,62% de PB; 18,9% de EE; 46,04% de FDN, 35,85% de FDA e 81,92% de NDT. Este, por ser rico em óleo, serve de matéria prima para a indústria de óleos e gorduras comestíveis, sendo que o processamento do caroço fornece ainda a torta e o farelo para a indústria de rações, além de linters e casca. O teor de EE da torta é maior do que o de farelo de algodão, já que, para obtenção da torta, é utilizada apenas a prensagem para extração de óleo. Dados da composição bromatológica da torta de algodão são escassos na literatura, entretanto, o NRC (2007) descreve a seguinte composição: 46% de PB, 5% de EE, 18% de FDA, 31% de FDN e 80% de NDT.

Apesar das vantagens na utilização do CAI e seus coprodutos, existem algumas limitações para o seu uso na alimentação de animais. Além de possuírem elevados teores de EE, o que pode interferir na degradabilidade de fibras, possui quantidades elevadas de um fator antinutricional denominado gossipol.

Viana (2011) utilizou ovinos em confinamento, recebendo 60% de feno e 40% de concentrado, em dietas contendo feno de coast cross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) e concentrados formulados com a inclusão de caroço de algodão, farelo de algodão, torta de algodão e sem inclusão de produtos derivados do algodão com níveis de gossipol, respectivamente de 1020, 350, 430 e 0 ppm. Neste estudo, observou-se que não houve evidências de intoxicação, como também não foram detectados resíduos de gossipol na carne dos animais.

Segundo Teixeira e Borges (2005) e Cunha et al. (2008), a inclusão de caroço de algodão integral até a proporção de 25% a 30% da dieta total, mantém o nível de ingestão de matéria seca não havendo degradabilidade da fibra.

Dentre as sementes oleaginosas, o caroço de algodão destaca-se por apresentar altas concentrações de óleo, proteína e fibra (ROGÉRIO et al., 2003). Devido ao alto teor de fibra, a substituição de volumosos pelo caroço de algodão é bastante estudada. Bernardes et al. (2007), utilizando caroço de algodão incorporado ao concentrado (13,5%) à vontade, concluíram que o caroço de algodão substituiu, sem prejuízos o feno como fonte de fibra na dieta de bezerros.

Utilizando diferentes fontes protéicas (farelo de soja, uréia e torta de algodão) em suplementos múltiplos para ovinos mantidos em pastagens irrigadas de Tifton-85,

com fornecimento diário de 0,180 kg/animal/dia, Voltolini et al. (2009) não observaram diferenças significativas entre os suplementos para o ganho de peso e parâmetros de carcaça. Além disso, também afirmaram que a torta de algodão pode substituir o farelo de soja, no entanto, para obtenção de um mesmo teor protéico, foi necessária utilização de 10% a mais de torta de algodão no concentrado em relação à soja.

Madruga et al. (2008) avaliaram o efeito da inclusão (0, 20, 30 e 40%) de caroço de algodão integral (*Gossypium hirsutum*) na dieta sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. Segundo estes autores, os níveis de caroço de algodão integral não afetaram a composição centesimal e os percentuais de colesterol e fosfolipídios da carne ovina. Entretanto, houve diferença entre os percentuais dos ácidos graxos mirístico, palmítico e linolênico e entre a relação  $C_{18:0} + C_{18:1} / C_{16:0}$ . Também afirmam, que do ponto de vista nutricional, a utilização de caroço de algodão integral na dieta pode ser recomendada, durante períodos curtos, em níveis de até 40% para ovinos em terminação. E ainda ressaltam que o caroço de algodão integral é um coproduto economicamente viável por apresentar baixo custo de produção em comparação ao milho e à soja.

#### 2.4. Carcaça Ovina

Carcaça é o produto obtido do corpo do animal abatido por sangria, depois da esfolagem, evisceração, decapitação e retirada das porções distais das extremidades dos membros anteriores e posteriores. As carcaças da espécie ovina podem representar de 40% a 50% do peso vivo. Para melhorar esse valor torna-se necessário conhecer aspectos relativos a fatores intrínsecos relacionados ao próprio animal: idade, sexo, genética, morfologia, peso ao nascimento e peso ao abate e também por fatores extrínsecos como alimentação e manejo (FURUSHO-GARCIA et al., 2003).

Conforme Warmington e Kirton (1990), o rendimento de carcaça é um parâmetro importante na avaliação dos animais que está diretamente relacionado à comercialização de cordeiros e, geralmente, é um dos primeiros índices a ser considerado, por expressar relação percentual entre o peso da carcaça e o peso corporal do animal. O peso/rendimento da carcaça é determinado pela taxa de crescimento que, por sua vez, varia segundo o grupo genético, o sexo, a idade, a condição fisiológica e a

nutrição. Para que a produção ovina seja o mais precoce possível, visando proporcionar ao animal máximo rendimento de carcaça, é importante um manejo alimentar racional, adequado e economicamente viável.

As carcaças podem ser comercializadas inteiras, ½ carcaça ou sob a forma de cortes (OSÓRIO et al., 2002). Segundo Oliveira et al. (2002), a fim de proporcionar melhor aproveitamento da carcaça na culinária, facilitar sua comercialização, além de agregar valor ao produtor, é realizada a composição regional, que consiste na separação da carcaça, dando origem a peças de menor tamanho. Este sistema de cortes deve contemplar aspectos como a composição física do produto oferecido (quantidades relativas de músculo, gordura e osso), versatilidade dos cortes obtidos (facilidade de uso pelo consumidor) e aplicabilidade ou facilidade de realização do corte pelo operador que o realiza.

Dentre os produtos que estão despontando no agronegócio brasileiro, os cortes comerciais das carnes de ovinos tem posição de destaque em grandes redes de supermercado. Essa maior exposição do produto induz uma maior pressão do consumidor que traz como consequência a necessidade da melhoria da qualidade das carcaças, conseqüentemente dos cortes, e dos sistemas de produção adotados. Daí a importância de estudar os sistemas de produção e mais especificamente, o efeito das deitas na qualidade da carne, para indicar o que determina quais as características que o consumidor exige (SANTELLO et al., 2006).

O rendimento da carcaça e dos cortes comerciais é de importância na avaliação comercial do produto, mas para o mercado consumidor, o mais importante é o rendimento das partes comestíveis e sua composição expressa em percentagem de músculo, osso e gordura. O desenvolvimento e a distribuição dos tecidos é fator determinante na qualidade das carcaças. Em países onde se valoriza os cortes comerciais, o peso e a composição tecidual de cada corte são importantes fatores para determinar o valor do corte (SEN et al., 2006).

Boggs et al. (1998), afirmam que os tecidos não se desenvolvem de forma isométrica, posto que cada um tem impulso de crescimento distinto em uma fase da vida do animal. Os animais nascem com uma determinada composição tecidual e durante o seu desenvolvimento, as suas proporções alteram-se continuamente. Afirmam também que o tecido ósseo apresenta crescimento mais precoce, tendo maior impulso de

crescimento em menor idade. O muscular, intermediário em idade intermediária, sendo caracterizado até o momento antes do nascimento, pelo aumento do número de células e, após o nascimento, pelo aumento do tamanho das células. O adiposo, mais tardio, de acordo, com a maturidade fisiológica.

A qualidade da carcaça e dos cortes comerciais não depende somente do peso, mas da quantidade e as proporções dos distintos tecidos (osso:músculo:gordura), e da relação existente entre eles. Silva Sobrinho et al., (2002) afirmam que a melhor carcaça é aquela que possui máxima proporção de músculos, mínima de ossos e uma adequada proporção de gordura que o mercado ao qual se destina exige, sendo suficiente para garantir as condições de apresentação.

Segundo Siqueira et al. (2001a) a maior deposição muscular do cordeiro ocorre até o início da puberdade, por volta de 5 a 6 meses de idade. A partir desta idade, a gordura começa a depositar-se demasiadamente na carcaça. Assim, no processo de produção de carne ovina, o abate de cordeiros jovens permite a obtenção de carcaças com pouca deposição de gordura, proporcionando cortes comerciais com melhor relação músculo:gordura, o que propiciará uma maior eficiência produtiva e melhor aproveitamento da carne ovina, aspecto importante para conquistar consumidores que exigem qualidade dos produtos (FRESCURA et al., 2005).

A maioria dos estudos realizados com carcaças ovinas no Brasil tem mostrado que o peso de abate ideal situa-se na faixa de 30-35 kg, o qual apresenta carcaça com adequada cobertura muscular e de gordura. Além disso, também apresenta melhor custo/benefício, pois, deste ponto em diante o animal começa a depositar tecido adiposo demasiadamente sobre a carcaça (lanados) ou internamente (deslanados). Todavia, a alimentação influencia, significativamente, sobre o crescimento de cordeiros e, conseqüentemente, sobre a qualidade da carcaça e da carne (OSÓRIO et al., 2002).

## **2.5. Parâmetros de qualidade da carne ovina**

O termo "qualidade da carne" é empregado e interpretado de diferentes maneiras, segundo o ponto de vista e interesse do produtor, da indústria, do comércio e do consumidor. A qualidade da carne pode ser determinada subjetivamente através dos atributos sensoriais e, em um sentido mais amplo, pode ser avaliada sob parâmetros

como: estrutura morfológica, composição química, propriedades físicas, propriedades sensoriais e valor nutritivo (ROÇA,1993).

### **2.5.1. Composição Química da Carne Ovina**

A carne é definida como o músculo esquelético proveniente de animais incluindo todos os produtos processados (tecido conectivo, gordura intramuscular e subcutânea) e partes comestíveis. A importância da carne deriva de seu atrativo sensorial e do seu elevado valor nutricional que garante proteínas em quantidade e qualidade, ácidos graxos essenciais, vitaminas do complexo B e minerais, especialmente ferro, como também da sua alta digestibilidade, a exemplo da carne ovina, de 97% e da gordura 96% (SILVA SOBRINHO, 1997).

A grande variação existente na composição química da carne é devida a vários fatores; tais como: o grupo muscular amostrado, grau de acabamento da carcaça e tipo de regime alimentar. Além disso, a preparação da amostra deve ser padronizada, principalmente em relação à manipulação na retirada das aponeuroses e gorduras externas, homogeneização e trituração para garantir a representatividade da mesma (OLIVEIRA, 1993).

#### **2.5.1.1. Composição Centesimal**

A carne ovina se caracteriza pela natureza das proteínas que a compõem, não somente do ponto de vista quantitativo como qualitativo. Além de sua riqueza em aminoácidos essenciais, ela contém umidade, gordura, vitaminas, glicídios e sais minerais.

A composição centesimal da carne ovina, segundo Ortiz et al. (2005), na carne de cordeiros, apresenta valores médios de 75 % de umidade, 19 % de proteína, 2,5 % de gordura, 1,2 % de matéria mineral do peso do corpo. Zeola (2002) apresenta os mesmos valores médios para umidade e proteína, 4 % de gordura, 1,1 % de matéria mineral, menos de 1% de carboidratos e vitaminas em quantidades traços.

Batista et al. (2010), investigando a influência do genótipo e da concentração energética em ovinos, verificaram diferença significativa para umidade e proteína. Resultado semelhante também foi encontrado por Peixoto et al. (2011), que observaram

que o teor de umidade foi influenciado pelos genótipos. No entanto, Madruga et al. (2008), avaliando o efeito da inclusão de caroço de algodão na dieta de cordeiros, não verificaram diferença na composição centesimal.

### **2.5.1.2. Umidade**

Dentre os componentes do tecido muscular, a água é o maior constituinte, e seu teor é inversamente proporcional ao conteúdo de gordura. A água existente nos tecidos apresenta proporções variáveis entre 71% e 76 % e esse valor é apreciavelmente constante de um músculo para outro no mesmo animal e, mesmo entre espécies.

Segundo Maturano (2003), considera-se que as moléculas de água se localizam em três regiões ao redor da molécula de proteína: a) uma primeira camada de hidratação está na interação predominante de íons dipolo entre as moléculas de água orientadas e os grupos carregados da superfície da proteína (água de ligação); b) uma segunda camada de hidratação (água de imobilização) atenua os efeitos de orientação das moléculas que gradativamente se convertem e c) uma região de água livre, representando 5%, 10% e 85%, respectivamente.

Sabe-se também que possui grande influência na qualidade da carne, como na sua suculência, textura, cor e sabor, e nos processamentos que a mesma irá sofrer, como resfriamento, congelamento, salga, cura, enlatamento, entre outros. Além disso, a água presente no músculo exerce influência sobre o rendimento da carcaça (perda de água da carcaça durante o resfriamento leva à perda de peso), as características sensoriais da carne (a água que fica retida no músculo interfere na maciez, suculência, aparência e coloração) e perda de água no cozimento (determina a variação de valor nutritivo da carne) (MATURANO, 2003).

Segundo Souza et al. (2004) estes valores podem oscilar em função de vários fatores, entre eles a composição da dieta e o estado de acabamento do animal, resultando em diminuição das porcentagens de proteínas e água e elevação do teor de gordura na carne. Desta forma, com maiores pesos de abate há tendência em aumentar o teor de gordura e diminuir o teor de água e proteína na carne.

Perez et al. (2002), verificaram que com o aumento do peso ao abate, houve diminuição dos teores de umidade, resultados estes que corroboram com os encontrados

por Bressan et al. (2001). Bonagurio (2004), também relata que o teor de água diminui com o aumento do peso de abate, além dos machos apresentarem maior quantidade de água que as fêmeas.

### **2.5.1.3. Proteína**

A proteína é o segundo maior componente da carne. As proteínas da carne são provenientes dos músculos, tecidos conjuntivos, miofibrilas e do sarcoplasma, enquanto o músculo vivo contém entre 18 e 22% de proteína. Além da fração protéica, há uma porção não-protéica na carne, composta basicamente por aminoácidos livres e nucleotídeos (DNA, RNA, ADP, ATP, entre outros) representando 1,5% do total. A carne apresenta um elevado valor biológico, o que pode ser observado por seu elevado conteúdo em proteína, sua disponibilidade em aminoácidos essenciais e alta digestibilidade (com exceção das proteínas dos tecidos conjuntivos que são constituídas principalmente de colágeno e elastina, sendo mais pobres em aminoácidos essenciais e de menor digestibilidade). A ingestão diária de 100 gramas deste produto fornece, aproximadamente, 45 a 55% da proteína diária recomendada para humanos (PARDI et al., 1996).

Segundo Costa et al. (2009a) e Bressan et al. (2001), o teor de umidade tende a diminuir com o aumento do peso, enquanto o teor de proteína, matéria mineral e gordura tende a aumentar. Além disso, Zeola et al. (2004), observaram que os diferentes níveis de concentrado das dietas não influenciaram ( $P>0,05$ ) o teor de umidade, gordura e matéria mineral, entretanto o teor de proteína foi influenciado ( $P<0,05$ ).

Entretanto, Bonagurio (2004), relata que com o aumento do peso ao abate há tendência de redução do teor de proteína.

### **2.5.1.4. Lipídeos**

A gordura pertence a um grupo heterogêneo de compostos insolúveis em água e solúveis em solventes apolares como éter, clorofórmio e benzeno. Os lipídeos desempenham um importante papel na alimentação, por serem uma fonte concentrada de energia e de ácidos graxos essenciais, possuem alto valor energético, vitaminas

lipossolúveis (A, D, E, K) e, além disso, estarem associados a características sensoriais desejáveis da carne, como maciez, suculência e aroma (JUDGE, et al., 1989).

Conforme Maturano (2003) os lipídeos constituem o componente mais variável da carne, oscilando sua proporção conforme a espécie, a raça, o sexo, o manejo, a alimentação, a região anatômica, a idade do animal e até mesmo o clima. Considera-se a idade do animal como um dos fatores que mais influenciam na quantidade e distribuição da gordura depositada na carcaça.

A gordura na carne pode estar armazenada de três maneiras: externa ou gordura subcutânea, intermuscular, intramuscular (marmoreio, na fibra muscular, no interior do sarcoplasma) (MONTEIRO, 2001). O aumento da massa muscular nas carcaças ovinas e a consequente diminuição da gordura poderão resultar em perda da qualidade sensorial da carne. Sañudo et al. (2000) relataram que uma menor quantidade de gordura subcutânea, inter e intramuscular reduz consideravelmente a aceitabilidade da carne de cordeiros. Segundo os autores, carnes provenientes de carcaças com 2 mm ou menos de gordura subcutânea foram classificadas em teste sensorial como inferiores em sabor e satisfação. Por outro lado, o excesso de lipídeos diminui a apreciação do produto.

Segundo Zapata et al. (2003) existe associação positiva entre a gordura muscular e a maciez e suculência da carne, sendo a gordura de marmoreio e o grau de gordura de cobertura apontados como fatores que mais contribuem para tais características. Conforme Lawrie (2005), a ação pode ocorrer de forma direta ou indireta. Diretamente está ligada à sensação de umidade produzida na boca durante as primeiras mordidas e ao efeito lubrificante da gordura na fibra muscular. Já o efeito indireto da gordura está ligado à sua baixa condutividade térmica, que ocasiona um cozimento mais lento da carne e, como consequência, evita a desnaturação protéica e a perda de líquido durante o cozimento. A deposição de gordura na carcaça ocorre principalmente na camada subcutânea, sendo a proporção de gordura menor em machos inteiros que em machos castrados e fêmeas (ZAPATA et al. (2003).

Madruza et al. (2005) trabalhando com diferentes fontes de volumoso na dieta de ovinos, relataram que essas afetaram a qualidade sensorial da carne ovina, sendo que as forrageiras que apresentaram baixo teor de gordura na carne receberam menores notas atribuídas pelos provadores. O "odor ovino" mais evidente foi detectado com os

volumosos que apresentaram teores de lipídeos mais elevados na carne, confirmando-se a importância dos lipídeos na formação do aroma cárneo característico da espécie.

Estudos mostram opiniões contraditórias sobre a influência da dieta sobre o teor de gordura na carne de ovinos. Zeola et al. (2002), estudando cordeiros Morada Nova, concluíram que a dieta não exerceu influência sobre o teor de gordura dessa carne, enquanto Bonagurio et al. (2004), avaliando cordeiros da raça Texel, encontraram efeito sobre esse mesmo parâmetro.

Alguns trabalhos mostram que cordeiros terminados com dietas exclusivamente em pasto apresentam menos gordura na carcaça que animais terminados em pasto com suplementação ou confinamento. Fernandes et al. (2009), relatam que o fornecimento de concentrado aumentou a deposição de gordura na carcaça. Resultados estes que concordam com o descrito por Santello et al. (2009) que estudou cordeiros terminados em pastagem e em confinamento, com estes últimos apresentando mais gordura e Murphy et al. (1994), que pesquisando três sistemas diferentes de terminação de cordeiros, concluíram que os animais que receberam concentrado durante todo período de terminação, apresentaram maior teor de gordura na carne.

No entanto, outros trabalhos, como de Bonacina et al. (2011) avaliando o efeito do sexo e do sistema de terminação de cordeiros, observaram que a carne das fêmeas e dos cordeiros terminados em pastagem apresentaram maior teor de gordura quando comparados com os animais recebendo suplemento concentrado.

#### **2.5.1.5. Minerais**

A matéria mineral da carne representa em média 1,5% de sua composição química. Os minerais presentes na carne exercem um importante papel fisiológico em sua constituição. Essas substâncias minerais são parte integrante de um grande número de enzimas, intervindo na regulação da atividade muscular e nervosa, além de realizar um papel importante na transformação do músculo em carne (MATURANO, 2003).

Conforme Zeola (2002), de forma geral, potássio, fósforo, sódio, cloro, magnésio, cálcio e ferro são os principais constituintes minerais da carne. Durante o descongelamento ou cocção, os minerais podem ser perdidos por lixiviação e muitos

íons (cobre, ferro, magnésio, cloro e cobalto) podem afetar a vida de prateleira do produto final (PARDI et al., 1996).

### **2.5.2 Composição Lipídica da Carne Ovina**

O conteúdo lipídico da carne é bastante variável. Os componentes lipídicos de interesse nutricional são os ácidos graxos (AG) livres, triacilgliceróis, fosfolipídios, colesterol e vitaminas lipossolúveis (PARDI et al., 1996).

Atualmente, devido à atenção que o consumidor tem dado para a relação entre dieta e saúde, há uma crescente preocupação com o conteúdo de gordura e colesterol dos produtos de origem animal. Portanto, recomenda-se à redução da ingestão de gordura, principalmente as ricas em colesterol e ácidos graxos saturados (AGS) e um aumento do consumo de ácidos graxos mono (AGMI) e poliinsaturados (AGPI), com o propósito de diminuir o risco de obesidade, câncer e doenças cardiovasculares.

Todavia, estudos têm demonstrado, também, benefícios da gordura animal na prevenção de doenças vasculares e cardíacas, se observados os ácidos graxos isoladamente.

#### **2.5.2.1. Ácidos Graxos**

Os ácidos graxos (AG) são ácidos carboxílicos formados por cadeias de átomos de carbono ligados a hidrogênio, podendo ser representados pela forma RCOOH. Na maioria das vezes o grupo R é uma cadeia carbônica longa, não ramificada, com número par de átomos de carbono, podendo ser saturada ou conter uma ou mais insaturações (RODRIGUES et al. 2004). Podem-se classificar os AG de acordo com o tamanho da cadeia carbônica (curta, média ou longa), presença de insaturações ou duplas ligações (saturados, mono e poliinsaturados), ramificações na cadeia (não ramificados ou ramificados). A nomenclatura é feita com a numeração da cadeia carbônica a partir do carbono terminal (chamado de carbono ômega -  $\omega$ ) da molécula de AG. Quando a primeira dupla ligação acontece entre os carbonos 3 e 4, este composto é classificado como ômega 3. No caso do AG ômega 6, sua primeira dupla ligação acontece entre o 6º e o 7º átomos de carbono, e no ácido graxo ômega 9, entre o 9º e 10º átomos de carbono (GRAZIOLA et al., 2002).

Parte das gorduras de origem animal é formada por AG, sendo que estes se diferem pelo tamanho da cadeia de átomos de carbono e pelo tipo de ligação que os unem. Se todos os átomos de carbono estão unidos por ligações simples, os ácidos são chamados de saturados (AGS). Se na cadeia houver uma ou mais duplas ligações, o ácido é chamado de insaturado (AGI). Além disso, quando houver uma única dupla ligação, é chamado de ácido graxo monoinsaturado (AGMI) e se existir duas ou mais duplas ligações, denomina-se ácido graxo poliinsaturado (AGPI) (DUGAN JUNIOR, 1984).

A isomeria em torno da dupla ligação determina a configuração *cis* (radicais no mesmo plano) ou *trans* (radicais em planos opostos). A maioria dos AG de ocorrência natural em mamíferos é da configuração *cis*, e em ruminantes a biohidrogenação pode converter alguns ácidos para configuração *trans*. Outro agrupamento de AG é o de cadeia ímpar ramificada, constituído pelos ácidos *iso* e *anteiso*, que recebem essa nomenclatura de acordo com a posição do grupo metil na cadeia carbônica. Quando o grupo se encontra no último átomo de carbono se chama *iso*, quando no penúltimo, *anteiso* (GRAZIOLA et al., 2002).

Os triglicerídeos de ruminantes têm grande proporção de ésteres de AGS, tais como o palmítico e o esteárico, enquanto os triglicerídeos vegetais apresentam grande proporção de ésteres de AGI como o oléico, linoléico (13 %) e linolênico (53 %), que respondem pela maior parte dos ácidos graxos das forragens verdes (RODRIGUES et al. 2004). Conforme Pardi et al. (1996), dentre os principais AG da carne de ruminantes, destacam-se o oléico como monoinsaturado, enquanto o linoléico é o principal poliinsaturado.

Existem alguns AG de extrema importância para o crescimento e desenvolvimento dos mamíferos. Tais ácidos são denominados de ácidos graxos essenciais. Dentre os ácidos graxos essenciais mais importantes para os mamíferos estão o ácido linoléico ( $C_{18:2} \omega 6$ ) e seus derivados e o ácido linolênico ( $C_{18:3} \omega 3$ ) e seus derivados, que não são sintetizados pelos mamíferos, mas sim obtidos a partir de dietas vegetais, onde ocorrem em grande quantidade. O ácido linoléico é importante também porque ele é o precursor necessário para a biossíntese do ácido araquidônico, eicosapentaenóico-EPA e docosahexaenóico-DHA. Outra importância dos AG essenciais é o fato de serem precursores necessários na biossíntese das prostaglandinas,

lipídeos simples com funções semelhantes às dos hormônios (WOOD e FISCHER, 1990).

O efeito biológico dos AG essenciais depende da razão entre os ácidos das famílias  $\omega 6:\omega 3$  presentes nos fosfolipídeos que constituem as membranas. Recomenda-se que a relação entre AGI do tipo  $\omega 6$  e  $\omega 3$  na dieta humana deve ser de 5:1. Vale a pena ressaltar que apesar dos AGPI diminuírem os níveis séricos de colesterol e de alguns serem considerados essenciais por não serem sintetizados pelo organismo, sendo fornecidos na dieta, também podem ser precursores de várias substâncias, sendo algumas vasoativas, influenciando também na viscosidade sanguínea, na permeabilidade dos vasos e na pressão arterial. O aumento de alguns desses ácidos, ou a alteração da razão entre eles, pode aumentar a produção de tromboxanos e leucotrienos que, em excesso, estão associados a doenças como trombozes, arritmias, artrite, asma e psoríase (BELDA e POURCHET-CAMPOS, 1991).

De acordo com Perez et al. (2002), a carne de ovinos é considerada rica em AGS e apresenta baixa relação AGPI:AGS, pois os microrganismos do rúmen hidrogenam extensivamente os ácidos graxos da dieta. Os ácidos graxos saturados mais encontrados nesta espécie são o mirístico ( $C_{14:0}$ ) (2,04% - 3,65%), o palmítico ( $C_{16:0}$ ) (20,88% - 24,22%) e o esteárico ( $C_{18:0}$ ) (11,89% - 15,09%); os monoinsaturados são o palmitoléico ( $C_{16:1}$ ) (2,23% - 2,54%) e o oléico ( $C_{18:1}$ ) (31,74% - 45,23%) e os poliinsaturados são o linoléico ( $C_{18:2}$ ) (4,73% - 10,39%), o linolênico ( $C_{18:3}$ ) (0,43% - 2,84%) e o araquidônico ( $C_{20:4}$ ) (1,14% - 6,79%). O ácido hircinóico (4-metil-octanóico) foi identificado como um dos responsáveis pelo aroma característico da carne cozida de ovinos e caprinos (ROÇA, 1993). Entretanto, a composição dos AG pode sofrer variações em função da espécie, sexo, raça e dieta fornecida (MONTEIRO, 1998).

Segundo Garton (1994), o tecido adiposo nos ruminantes apresenta menor variação do que nos não ruminantes por que cerca de 90% dos AGI originalmente presente na dieta animal são hidrogenados (convertidos em AGS) por bactérias e outros microrganismos no rúmen antes deles alcançarem o tecido adiposo. O tecido adiposo dos ruminantes contém uma maior proporção de AGS e AGMI e uma menor proporção de AGPI do que o tecido adiposo dos animais não ruminantes, mesmo quando são alimentados com dietas ricas em gorduras insaturadas.

O processo de biohidrogenação é responsável pelo aumento na produção de AGS que chega ao duodeno de ruminantes e também pela síntese ruminal de ácido linoléico conjugado (CLA) e de ácido vacênico que são eventualmente incorporados à carne ou ao leite. O processo de biohidrogenação consiste de dois eventos: a lipólise e a biohidrogenação.

A lipólise é um pré-requisito para que ocorra a biohidrogenação, sendo dependente da natureza do lipídeo da dieta, onde óleos de plantas, assim como óleo de linhaça são quase completamente hidrolisados (em torno de 90%) enquanto que óleos de origem animal, como, por exemplo, os óleos de peixes tendem a ser menos hidrolisados (em torno de 50%). Os lipídeos esterificados da dieta são hidrolisados extensivamente por lipases microbianas ruminais que promovem a liberação dos seus ácidos graxos constituintes (OLIVEIRA et al, 2004).

De acordo com Bauman et al.(1999), a biohidrogenação ruminal não é realizada por uma única bactéria, ou em um único passo, mas por um grupo delas e sequencialmente. Estas bactérias são divididas em dois grupos: A e B, com ações específicas. As bactérias do grupo A fazem isomerização da dupla ligação *cis*-12 dos ácidos graxos insaturados, tanto no ácido linoléico como no linolênico, formando as duplas ligações conjugadas. Em seguida ocorre a redução da ligação *cis*, com formação do ácido vacênico (C<sub>18:1 trans-11</sub>). As bactérias do grupo B são responsáveis pelo último passo do processo de biohidrogenação, onde utilizam o ácido vacênico como substrato, reduzindo este a ácido esteárico (C<sub>18:0</sub>).

O processo de biohidrogenação ruminal é bem descrito para o ácido linoléico, entretanto, para outros ácidos graxos estas rotas não estão totalmente descritas. Neste processo, a posição das duplas ligações é alterada e geralmente os AG são convertidos para a forma mais estável (*trans*) que se acumulam, já que são hidrogenados com mais dificuldade. Segundo Bessa et al. (2000), algumas bactérias possuem mecanismos de isomerização (*cis* e *trans*) na membrana celular, que possibilitam a redução de sua fluidez como defesa a agentes tóxicos e estressantes. Dessa forma, os AG *trans* podem ter papel de proteção da bactéria contra esses agentes.

Ponnampalam et al. (2001), afirmam que a biohidrogenação é uma forma de neutralizar o efeito tóxico dos AGI aos microrganismos ruminais. Como resultado desse processo, a classe dos AGS é absorvida e incorporada ao nível de tecido muscular.

Entretanto, AG de cadeia longa, como C<sub>20</sub> e C<sub>22</sub> ( $\omega$ 3), não são propensos à modificação pelos microrganismos ruminais, o que favorece o aumento da deposição desses AGPI no músculo, melhorando, portanto, a qualidade nutricional e funcional da carne. Os autores observaram que dietas para cordeiros à base de farinha de peixes ou óleo de peixe, por sete semanas antes do abate, proporcionaram elevação significativa do percentual de AG de cadeias longas ( $\omega$ 3) na carne.

Além disso, quando a ingestão de AG é muito grande, a capacidade dos microrganismos do rúmen em biohidrogenar pode ser excedida, ocorrendo uma biohidrogenação parcial com maior absorção intestinal de AGI. Essa seria a explicação para a sazonalidade encontrada na relação de AGI:AGS no tecido adiposo de bovinos e ovinos em países de clima temperado, uma vez que as pastagens jovens temperadas têm quantidade muito grandes de AGPI (LAWRENCE e FOWLER, 1997).

A absorção dos AG de cadeia curta parece depender de uma simples difusão. O rúmen possui imensa capacidade de absorção de AG voláteis em razão de sua grande superfície e adequado suprimento sanguíneo. Alguns destes ácidos (cerca de 70% a 80%) são metabolizados durante sua passagem pelo rúmen e aí mesmo são absorvidos. Essa passagem não depende da formação de micelas, mas a taxa de absorção é regulada pelo pH ruminal. Ao contrário dos AG de cadeia curta, os AG de cadeia longa não são absorvidos no rúmen, e sim pelas células do intestino, onde são reesterificados, armazenados nos enterócitos, incorporados aos quilomícrons e então distribuídos pelo sistema linfático até os tecidos periféricos (GRAZIOLA, 2002).

Trabalhos existentes estudando a interferência da alimentação no perfil de AG da carne apresentam resultados bem distintos. Díaz et al. (2002) reportaram que grandes quantidades de AGS são encontradas na carne de cordeiros sob pastejo. Em consonância com este resultado, Petrova et al. (1994), afirmaram que animais em confinamento apresentaram carnes de melhor qualidade lipídica. Entretanto, Nurnberg et al. (1998) e French et al. (2000), observaram resultados distintos, onde afirmaram que animais que consumiram somente pasto, apresentaram melhor perfil de AG quando comparados com os confinados.

A adição de grandes quantidades de concentrados na dieta de ruminantes determina aumento na taxa de passagem da digesta pelo rúmen, acarretando menor tempo de colonização da população microbiana e menor digestibilidade da fibra em

decorrência do aumento nas proporções de carboidratos prontamente disponíveis e fermentáveis. Valadares Filho et al. (2000), afirmam que, além disso, a redução nos níveis de fibra nas dietas de ruminantes pode ser prejudicial à digestibilidade total dos alimentos, pois a fibra é importante para a manutenção das condições do rúmen, estimula a mastigação e mantém o pH em níveis adequados à atividade microbiana.

Fernandes et al. (2009) e Fernandes et al. (2010), concluíram que a dieta não interferiu no perfil de AG da carne de cordeiros. Ao contrário desses resultados, Gallo et al. (2007), Pellegrini et al. (2007) e Madruga et al. (2008), afirmaram que a dieta influenciou no perfil de AG da carne de ovinos.

De acordo com Todaro et al. (2006), a mudança da fase de aleitamento para ruminação, com consumo de concentrado, rico em ácido oléico, também pode promover uma maior incorporação desse AG aos depósitos lipídicos da carne. Os autores relataram que a dieta exclusiva de leite induziu uma maior concentração de AGS na carne de cabritos, possivelmente, em virtude da maior quantidade de saturados nos lipídios do leite em comparação com dietas à base de grãos, ricos em AGI.

A composição de AG da dieta influencia diretamente a saúde humana, principalmente através das gorduras de cadeia saturada que promovem um efeito hipercolesterolêmico, em especial das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) quando comparadas com proteínas, carboidratos ou AGI em substituições isoenergéticas. Este efeito está associado aos ácidos láurico (C<sub>12:0</sub>), mirístico (C<sub>14:0</sub>) e palmítico (C<sub>16:0</sub>), sendo que o contrário é observado pelos AGI, em especial o ácido oléico (C<sub>18:1</sub>) (FARFAN, 1996). French et al. (2003), relataram que o AG mais indesejável com relação a hipercolesterolemia é o mirístico, seguido do palmítico.

Embora os AGPI, em sua maioria, não sejam essenciais, eles desempenham um papel importante na diminuição do colesterol no sangue. O AG linolênico (C<sub>18:3</sub>) é considerado essencial, pois é o precursor da síntese de muitos AGPI, os quais possuem propriedades nutritivas especiais. Dentre os que estão comumente presentes na gordura de origem animal, estão o ácido linoléico (C<sub>18:2</sub>) e araquidônico (C<sub>20:4</sub>), que são componentes essenciais para o homem (BRESSAN et al., 2004).

O ácido esteárico (C<sub>18:0</sub>) diferentemente dos outros AGS atua na redução do colesterol sérico em humanos. Esta redução promovida pelo ácido esteárico pode ser explicada pela diminuição da absorção de colesterol e aumento da excreção do

colesterol endógeno (SCHNEIDER et al., 2000). Segundo Novello et al. (2008), o ácido esteárico classifica-se como não aterogênico (neuro), uma vez que no organismo se transforma imediatamente em ácido oléico (C<sub>18:1</sub>).

A concentração de ácido esteárico na gordura da carne foi aumentada com a introdução do caroço de algodão na dieta de bovinos (PRESTON et al., 1989). Concordando com este resultado, Fernandes et al. (2010), avaliando quatro sistemas diferentes de terminação, verificaram que o ácido esteárico (C<sub>18:0</sub>) foi influenciado pelo sistema de terminação. Em contrapartida, Madruga et al. (2008), trabalhando com diferentes níveis de caroço de algodão integral na dieta (0, 20, 30 e 40%) de ovinos, observaram que não houve diferença entre os percentuais de ácido esteárico.

Rizzi et al. (2002), analisando a composição química da carne de ovinos alimentados com dietas contendo soja e sementes de girassol, encontraram valores de AGS, AGMI e AGPI na região lombar variando de 39,19 a 44,34%; 46,21 a 48,86% e de 8,73 a 11,99%, respectivamente.

Costa et al. (2009b), avaliando a influência do genótipo e de dietas com diferentes níveis energéticos sobre o perfil lipídico da carne ovina, observaram que a dieta com maior valor energético apresentou valores mais elevados para concentração dos ácidos C<sub>12:0</sub>, C<sub>14:0</sub>, C<sub>18:0</sub>, C<sub>19:0</sub>, C<sub>22:0</sub> e dos AGMI em comparação àquela com menor valor energético. As maiores concentrações de AGPI foram obtidas com a dieta de menor valor energético. O genótipo e a dieta influenciaram a concentração dos AGMI. O genótipo influenciou a concentração dos AGS, comportamento semelhante ao observado para as concentrações dos AGPI. Os ácidos graxos desejáveis (AGD), o índice de aterogenicidade e as relações AGPI:AGS, AGMI:AGS foram influenciados pelo genótipo e pela dieta.

Normalmente, o aumento da maturidade fisiológica dos ruminantes promove uma redução dos níveis de AGS no músculo (DÍAZ et al., 2002), fato explicado pelo aumento na atividade da enzima Delta 9-dessaturase, que promove uma maior produção de ácido oléico em detrimento do ácido esteárico. Dhanda et al. (2003) também verificaram que animais mais velhos apresentaram menores concentrações de ácido palmítico (22%), em comparação com os mais novos (35%).

Perez et al. (2002), estudando cordeiros Santa Inês e Bergamácia, com vários pesos, identificaram 12 AG e os resultados indicaram que o C<sub>16:0</sub> aumentou e o C<sub>18:0</sub>

diminuiu linearmente com o aumento do peso de abate. A porcentagem total de AGS foi semelhante para todos os pesos ao abate e raças, com média de  $43,6 \pm 2,5\%$ . O  $C_{18:1}$  e o total de AGMI foram maiores na raça Santa Inês e em ambas as raças aumentaram linearmente com o aumento do peso. O total de AGPI das duas raças decresceu com o aumento do peso ao abate.

O crescente interesse pelas características dos AG encontrados na carne deve-se aos potenciais benéficos à saúde. Assim, pela importância fisiológica, pode-se destacar o ácido linoléico conjugado (CLA) que se refere a uma mistura de isômeros do ácido linoléico, sendo que destes isômeros, o ácido octadecadienóico ( $C_{18:2}$  *cis-9 trans-11*) é o de maior prevalência com cerca de 80% a 90% de participação total do CLA, sendo sua importância devido a vários efeitos a saúde humana, tais como: anticarcinogênico, antiaterogênico, antidiabetogênico (tipo II) e imunomodulador. O segundo é o  $C_{18:2}$  *trans-10 cis-12*, presente em quantidade de cerca de 3% a 5% e que afeta o metabolismo lipídico, sendo responsável pela redução da gordura corporal (FERNANDES, 2004).

Segundo Ladeira e Oliveira (2007), a concentração do CLA na carne de ruminantes é superior, quando comparada a outros animais, em virtude deste AG ser um intermediário da biohidrogenação ruminal do ácido linoléico. Assim, se a biohidrogenação não for completa, este poderá ser absorvido pelo epitélio intestinal e fará parte da gordura animal. De acordo com Mir et al. (2004), dietas ricas em lipídeos insaturados, principalmente protegidas por sementes, elevam o teor de ácido linoléico conjugado na carne de ruminantes. O teor de ácido linoléico conjugado na carne de bovinos foi elevado em quatro vezes após fornecerem dietas com óleo de girassol.

O autor acima mencionado também afirma que a síntese de CLA por animais ruminantes pode ocorrer através da biohidrogenação incompleta do ácido linoléico  $C_{18:2}$  *cis-9 cis-12*, em que, após a lipólise os AG livres sofrem isomerização da dupla ligação *cis-12*, formando o CLA  $C_{18:2}$  *cis-9 cis-11*.

Outra forma de síntese de CLA é a endógena, que envolve a enzima Delta 9-dessaturase e o ácido vacênico como substrato. Esta enzima adiciona uma insaturação no carbono nove do  $C_{18:1}$  *trans-11*, formando o CLA  $C_{18:2}$  *cis-9 trans-11*. Desse modo, o aumento na concentração de CLA na carne ou no leite pode ser obtido por meio da utilização de estratégias alimentares que aumentem o seu precursor ( $C_{18:1}$  *trans-11*) para a síntese endógena (BAUMAN e LOCK, 2006). Como o  $C_{18:1}$  *trans-11* é produzido

principalmente através da biohidrogenação ruminal, este processo é o grande responsável pelo fato de que as maiores fontes de ácido linoléico conjugado são produtos derivados de ruminantes.

Embora seja evidente que o CLA exerce efeitos benéficos à saúde em animais na melhora do metabolismo plasmático de lipoproteínas e na prevenção de aterosclerose, não há informações suficientes sobre seus efeitos em humanos, tornando difícil prever os efeitos da suplementação com CLA em longo prazo. Além disso, os estudos com CLA em humanos são difíceis de interpretar porque utilizam diferentes parâmetros de medição e há variação nas dosagens, duração da administração e características individuais dos objetos de estudo (idade, grau de obesidade, padrões de dieta, nível de atividade física). A suplementação com isômeros de ácido linoléico conjugado pode apresentar benefícios ou riscos à saúde humana, portanto mais estudos controlados, usando isômeros de ácido linoléico conjugado, precisam ser realizados para determinar sua segurança e eficácia, antes de serem recomendados (FUNCK et al., 2006).

Diversos estudos têm sido conduzidos com o objetivo de alterar a deposição de gordura e o perfil de AG da carne de cordeiros, sobretudo, através de manipulação da dieta. Em dietas ricas em grãos oleaginosos, como algodão, soja, girassol e outras, tem sido observado incremento na concentração de CLA do lipídeo muscular, porém apenas alguns grãos promovem este efeito. Santos-Silva et al. (2003) comparando dietas contendo grão de milho ou semente de girassol, e em outro estudo, onde analisaram a inclusão de óleo de soja, observaram significativo aumento na concentração de CLA. Segundo Arsenos et al. (2006), a idade de abate também pode afetar o CLA. Além disso, Snowden e Duckett (2003) reportaram que o genótipo influenciou os níveis de CLA, sendo que animais Dorper apresentaram quantidades maiores que animais Suffolk.

Cordeiros em terminação alimentados com fontes de ácido linoléico (inclusão de 15% de semente de girassol na dieta) apresentaram concentrações três vezes maiores de CLA na carne, em relação a dietas contendo um baixo nível lipídico (BOLTE et al., 2002). Através de resultados de estudos conduzidos com fontes de lipídeos de origem vegetal tais como canola (BETT, 1998) e semente de girassol (MACEDO, 2003) em dietas de bovinos e de ovinos constatou-se que estas promoveram melhoria na relação AGPI: AGS. Cabe acrescentar que a relação AGPI: AGS recomendada para a dieta humana está acima de 0,4 e muitas carnes a apresentam em valores próximos a 0,1.

O tipo de AG presente influencia no sabor da carne e na palatabilidade, pois causa um decréscimo da cor e aumenta o potencial de oxidação influenciando na vida de prateleira e, conseqüentemente, sua qualidade. Outro aspecto importante, agora sob o aspecto comercial, é o perfil de AG, já que estudos têm demonstrado que a proporção de AGS, AGMI e AGPI influenciam o sabor da carne (SANTOS e PEREZ, 2000).

Para French et al. (2000), os benefícios dietéticos da ingestão de produtos de ruminantes para a saúde humana estão associados a parâmetros como: aumento da relação AGPI:AGS, diminuição da relação entre poliinsaturados ômega-6 e ômega-3 e aumento na concentração de CLA na dieta.

Os AG são os compostos que conferem aos lipídeos as propriedades nutricionais e as características físico-químicas responsáveis pelos atributos sensoriais e pela conservação da carne. Grande interesse tem sido observado no que se refere à manipulação destes na composição das carnes em geral, uma vez que a carne é a principal fonte de gordura na dieta humana, em especial de AGS.

### **2.5.3. Parâmetros Físicos e Físico-Químicos da Carne Ovina**

As características físicas e físico-químicas da carne são parâmetros importantes, pois estão relacionados diretamente com os aspectos sensoriais de aparência (coloração e brilho) responsável pela aceitação ou não do produto no momento da compra. Dentre as propriedades mais importantes destacam-se a capacidade de retenção de água (CRA), cor, pH, textura e perda de peso por cocção (REBELLO, 2003). Madruga (2004) acrescenta que as propriedades físicas e físico-químicas, exercem influência não só nos aspectos sensoriais da carne, mas principalmente, nos processos tecnológicos que utilizam a carne para o preparo de produtos derivados.

Felício (1999) afirma que os parâmetros físicos são aqueles mensuráveis, podendo ser avaliados subjetivamente ou medidos com aparelhos específicos. Os atributos de qualidade mensurados em laboratório procuram traduzir os atributos de qualidade percebidos pelo consumidor, sendo os parâmetros de qualidade medidos física ou quimicamente.

### 2.5.3.1. Cor

Segundo Madruga (2004), a cor é um importante critério através do qual o consumidor julga a qualidade da carne. Roça (2000) afirma que os pigmentos da carne estão formados em sua maior parte por proteínas: a hemoglobina que é o pigmento sanguíneo e a mioglobina, pigmento muscular que constitui 80 a 90% do total em um tecido muscular bem sangrado. De acordo com Zeola (2002), a cor pode ser afetada por fatores intrínsecos, como tipo de músculo, espécie, raça, sexo e idade do animal, e fatores extrínsecos, como alimentação e esforço ao qual o animal foi submetido antes do abate. Felício (1999) afirma que a quantidade de mioglobina em um determinado corte varia principalmente com a atividade física dos músculos e a maturidade fisiológica do animal, sendo dependente da distribuição da fibra (mais presente na fibra vermelha em relação à branca). Alguns músculos são mais solicitados do que outros e, como consequência, apresentam grande proporção de fibras vermelhas entre fibras brancas.

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

Não existe uma recomendação geral quanto ao procedimento de mensuração da cor, pois os equipamentos usualmente utilizados (colorímetros e espectrofotômetros) podem apresentar características distintas quanto ao diâmetro de abertura, tipo de iluminante e ângulo de observação, produzindo resultados semelhantes, mas não iguais. De acordo com Madruga (2004), além da observação subjetiva, é importante a medição objetiva da cor da carne, onde um dos métodos mais utilizados é o sistema CIE (Commission International de l'Eclairage), que utiliza aparelho denominado de colorímetro. Nesta análise a cor é mensurada por meio das coordenadas: L\*, a\* e b\*, responsáveis pela luminosidade (clara ou escura), intensidade de vermelho e intensidade de amarelo, respectivamente. Citando-se que quanto maiores os valores de L\* mais clara é a carne, e quanto maiores os valores de a\* mais vermelha a mesma. A autora

acima mencionada recomenda sempre que possível à avaliação subjetiva (visual) e a avaliação objetiva ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) da cor da carne.

Díaz et al. (2002), avaliando dois sistemas (concentrado e pasto) em ovinos, reportaram valores de  $L^*$  (luminosidade) de 38,55 a 40,08; de  $a^*$  (intensidade de vermelho) se situaram entre 15,98 a 16,52 e os de  $b^*$  (intensidade de amarelo) variaram entre 5,00 a 5,36 , no músculo *Longissimus dorsi* e observaram que não houve influências das dietas sobre a cor da carne.

Bonacina et al. (2011), avaliaram o efeito do sexo e do sistema de terminação de cordeiros sobre a cor da carne e relataram que não encontraram diferenças significativas nos índices de cor no músculo *Longissimus dorsi* entre machos e fêmeas, mas que em relação ao sistema de terminação, os animais terminados em pastagem apresentaram menor índice de luminosidade, da cor vermelha e amarela, porém os valores não diferiram dos índices determinados na carne dos demais.

Quanto à raça, Bressan et al. (2001), Perez et al. (2002) e Moreno et al. (2011), verificaram resultados distintos, pois enquanto os primeiros observaram maior luminosidade para um dos genótipos estudados, os dois últimos não relataram diferença para os valores de medida de cor.

Pesquisando o efeito de dietas contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral (CAI) sobre a qualidade da carne de cordeiros Santa Inês, Vieira et al. (2010), verificaram influência significativa ( $P < 0,05$ ) para o parâmetro cor no músculo *Semitendinosus*.

### **2.5.3.2. Capacidade de Retenção de Água (CRA)**

A capacidade de retenção de água (CRA) é um parâmetro físico-químico que tem sido definido como a habilidade da carne para reter parcial ou totalmente sua água durante aplicação de forças físicas externas, tais como corte, aquecimento, moagem ou pressão, e que no momento da mastigação traduz sensação de suculência ao consumidor. Muitas das propriedades da carne fresca e da carne cozida são parcialmente dependentes da CRA. Quando o tecido muscular apresenta baixa retenção de água, a perda de umidade e consequente perda de peso durante a estocagem são maiores,

implicando em perdas do valor nutritivo por intermédio do exudato liberado, resultando em carne mais seca e com menor maciez (DABÉS, 2001).

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

Silva Sobrinho (2005), relatam que a ação do pH sobre a CRA é a de determinar o número de grupos reativos das proteínas e sua capacidade de se ligar a água, sendo determinada pela produção de ácido lático. Os autores também afirmam que carnes com pH elevado revelam carnes mais escuras, pois a CRA é elevada e a reflectância reduzida. Lawrie (2005) afirma que o pH do músculo influencia fortemente a CRA pelo mesmo. Um pH entre 5,5 e 5,7 caracteriza uma baixa capacidade de retenção de água, por estar próximo ao ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares, enquanto que com pH acima de 6,0, a CRA de água aumenta.

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

Pinheiro et al. (2009) relataram valores de CRA para os músculos *Triceps brachii*, *Longissimus lumborum* e *Semimembranosus*, variando de 55,35 a 57,62%, 56,43 a 58,03% e 53,72 a 57,47%, respectivamente. Resultados superiores a estes foram

descritos por Díaz et al. (2002) e Velasco et al. (2004), que reportaram valores de 18,41% a 19,5% e 16,86 a 18,61%, respectivamente para quantidade de líquido expelido.

Com relação a diferentes raças e ao teor de proteína na dieta, Moreno et al. (2011), afirmam que nenhuma das variáveis estudadas influenciaram a CRA da carne. Bem como, Batista et al. (2010), concluíram que o genótipo e a concentração energética da dieta não influenciaram a CRA. No entanto, Santana et al. (2004) estudando a interferência de dietas a base de subprodutos do processamento de frutas, observaram que ocorreu diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para CRA.

### **2.5.3.3. Perda de Peso por Cocção (PPC)**

As perdas por cocção ou perdas por cozimento (PPC) constituem-se em uma medida essencial da qualidade da carne, posto que estejam associadas ao seu rendimento no momento do consumo. Durante o cozimento, o calor provoca alterações na aparência e nas propriedades físicas da carne. Quando sua temperatura atinge valores entre 60 e 70 °C ocorre uma forte contração das células musculares e perda de suco, provocando, conseqüentemente, uma diminuição significativa na maciez (BRESSAN et al., 2004).

De acordo com Pardi et al. (1996), a PPC não se deve apenas à perda de água, pois parte da gordura existente na carne também se perde no momento do cozimento.

Pinheiro et al. (2009), verificaram que a PPC não foi influenciada pela categoria animal, mas sofreu influência do grupo muscular analisado. Resultado semelhante ao encontrado por Zeola (2002), que relataram que diferentes níveis de concentrado não influenciaram os percentuais de PPC da carne ovina.

Silva Sobrinho et al. (2005) não encontraram diferença significativa para PPC na carne de ovinos de diferentes grupos genéticos. Entretanto, Peixoto et al. (2011), relataram interferência do genótipo na PPC.

#### 2.5.3.4. Força de Cisalhamento

De todos os atributos da qualidade da carne, a textura parece ser a mais importante de acordo com a maioria dos consumidores. A textura dos alimentos é um parâmetro sensorial que possui os atributos primários: maciez, coesividade, viscosidade e elasticidade; secundários como gomosidade, mastigabilidade, suculência, fraturabilidade e adesividade; e residuais como velocidade de quebra, absorção de umidade e sensação de frio na boca. Os atributos mais importantes para a textura da carne são a maciez, suculência e mastigabilidade (ROÇA, 2000).

A maciez pode ser definida como a facilidade como a carne se deixa mastigar e pode ser decomposta em três sensações pelo consumidor: uma inicial, ou facilidade de penetração e corte, outra mais prolongada, que seria a resistência que oferece à ruptura ao longo da mastigação e a final, que daria uma sensação de resíduo mais ou menos importante. Parece que os consumidores somente são capazes de detectar diferenças de maciez acima de 15% (PRICE e SCHWEIGERT, 1994).

Segundo Roça (2000), a suculência da carne cozida é a sensação de umidade observada nos primeiros movimentos de mastigação, devido à rápida liberação de líquido pela mesma e, também, da sensação de suculência mantida, devido principalmente à gordura que estimula a salivação. A gordura intermuscular funciona como uma barreira contra a perda do suco muscular durante o cozimento, aumentando, portanto a retenção de água pela carne e aumentando a suculência. A gordura intramuscular aumenta a sensação de suculência na carne. A maturação da carne a 0°C por 14 a 21 dias também aumenta a suculência da carne devido ao aumento da capacidade de retenção de água. A suculência da carne depende também da perda de água durante o cozimento. Temperaturas de 80°C produzem maiores perdas no cozimento que temperaturas ao redor de 60°C. O mesmo autor também descreve que a mastigabilidade é um atributo secundário da textura que é avaliado pelo número de mastigadas necessário para deixar a carne em condições e ser deglutida. Apresenta alta correlação positiva com a maciez.

A força de cisalhamento (FC) é utilizada para avaliar a maciez da carne. Uma força maior para o cisalhamento indica maior dureza da carne. Durante o aquecimento até 50-60°C ocorre um aumento da força de cisalhamento. A 65°C ocorre uma queda brusca desta força, que aumenta novamente até chegar aos 80°C, para em seguida

diminuir novamente. Esta curva da força do cisalhamento durante o aquecimento pode variar conforme a idade do animal.

Vários estudos têm sido realizados com o objetivo de medir a textura através de parâmetros físicos, os quais podem ser comparados com análises subjetivas feitas por julgadores treinados e padronizados. Segundo Borges et al. (2006), o método físico de medir a força de cisalhamento através de uma célula de Warner-Bratzler tem sido bastante utilizado, pois, apresenta alta correlação com a análise sensorial. Felício (1999) e Zapata (2000), afirmam que a carne bovina é considerada como tendo uma maciez aceitável quando apresenta valores de força de cisalhamento de 8 kg. Em média, o valor encontrado para a carne ovina é de 4,46 kg, o que conseqüentemente a define como uma carne mais macia, independente da genética e da alimentação.

As propriedades físicas da carne, como estrutura, firmeza e textura, são difíceis de avaliar objetivamente, além de serem muito variáveis. Segundo Bressan et al. (2001), essas variações nos valores de textura ocorrem por inúmeros motivos, como por exemplo, fatores *ante-mortem*, onde pode-se destacar a idade, sexo, nutrição, exercício, manejo empregado no pré-abate / estresse, presença de tecido conjuntivo, espessura e comprimento do sarcômero. Além destes, existem fatores *post-mortem* com ênfase para a velocidade na instalação do *rigor mortis*, esfriamento da carcaça, maturação, músculo utilizado, pH final, manejo pós-abate, como estimulação elétrica e desossa a quente, condições de acondicionamento e metodologia para as determinações, tais como: temperatura e tempo empregado no processo de cocção. Para Lawrie (2005), os principais fatores que contribuem para a textura são: concentração e solubilidade do tecido conectivo, o estado de contração do músculo e a degradação das miofibrilas. O mesmo autor ainda afirma que com o aumento da idade, as ligações intra e inter moleculares das fibras de colágeno aumentariam, resultando em uma diminuição de sua solubilidade e uma menor maciez da carne.

Investigando o efeito de diferentes níveis de caroço de algodão integral na dieta, Vieira et al. (2010), não observaram diferença significativa para FC. Semelhantemente a este resultado, Moreno et al. (2011), também relataram que o nível de proteína bruta (PB) da dieta também não interferiu na variável FC.

Em trabalho realizado por Batista et al. (2010), os autores observaram que o genótipo não interferiu na FC, mas a concentração energética da dieta influenciou esta

mesma variável. No entanto, Silva Sobrinho et al. (2005), concluíram que o genótipo interferiu na FC da carne de cordeiros, bem como, animais abatidos mais tardiamente apresentaram carnes menos macias.

Bonacina et al. (2011) verificaram que o sexo e o sistema de terminação não interagiram, mas afirmaram que os fatores isolados tiveram efeito significativo sob a FC.

### 2.5.3.5. pH

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

O declínio normal do pH pode ser modificado causando algumas alterações na qualidade da carne em algumas espécies. Quando ocorre pequeno declínio do pH após o sacrifício, permanecendo relativamente estável com valores médios de pH final maior ou igual a 6,2, as carnes podem apresentar-se com coloração escura, firmes e com superfície seca, denominadas carnes DFD (dark, firm, dry). As carnes DFD são encontradas em suínos, bovinos e ovinos em decorrência das reduzidas reservas de glicogênio no momento do abate (devido ao estresse pré-abate). Por outro lado, quando o pH diminui rapidamente, com valores iguais ou menores que 5,8, na primeira hora após o sacrifício e pH final entre 5,3 e 5,6, podem ser encontradas as carnes PSE (pale, soft, exudative), pálidas, flácidas e exudativas, mais encontradas em suínos. Temperaturas elevadas no músculo, uma maior anaerobiose relativa inicial e presença de ácido láctico muscular nos primeiros momentos *post mortem*, reservas elevadas de glicogênio e uma sensibilidade ao estresse, por parte do indivíduo ou da própria fibra muscular, são as causas que predispõem a este tipo de anomalia na carne (LAWRIE, 2005).

A medida do pH é então utilizada para avaliar a vida de prateleira e a qualidade da carne. A queda do pH e a instalação do *rigor mortis* são os fenômenos de maior importância sobre as características organolépticas da carne. É importante ressaltar que a constatação de valores normais de queda do pH da carcaça sugere que outros parâmetros indicadores da qualidade, como CRA, sabor, cor e textura apresentarão bons resultados, pois, durante o desenvolvimento do *rigor mortis*, o pH tem influência marcante na contração, proteólise e desnaturação protéica, acarretando mudanças na sua estrutura e qualidade (RAMOS e GOMIDE, 2007).

O pH do músculo influencia fortemente a CRA e a PPC pelo mesmo, pois quando o pH aproxima-se de 5,4 a miosina, que apresenta ponto isoelétrico em torno desse valor, contrai-se, diminuindo a sua CRA, adotando uma estrutura mais solta, o que facilita a penetração de sais na fabricação de produtos. A cor também é afetada pelo pH, tendo em vista que a quantidade de luz que é refletida ou absorvida depende do ponto isoelétrico, decorrente da sua relação com a CRA e com a estrutura da superfície da carne.

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

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

Vários autores, dentre eles, Bonacina et al. (2011), investigando sistema de terminação de cordeiros, Díaz et al. (2002), pesquisando sistema de alimentação com concentrado e pastagem, Velasco et al. (2004), estudando cordeiros terminados em

pastagem e Zeola (2002), analisando diferentes níveis de concentrado, relataram que o pH não apresentou diferença significativa ( $P>0,05$ ).

Resultados de pesquisas avaliando outras variáveis, também demonstram que estes fatores não afetaram ( $P>0,05$ ) o pH. Este parâmetro não foi afetado quando foi estudada a carne de cordeiros e de ovinos adultos segundo Pinheiro et al. (2009). Resultado este que não está de acordo com o relatado por Silva Sobrinho et al. (2005), os quais afirmam que a idade de abate influencia no pH da carne de cordeiros.

Moreno et al. (2011) e Silva Sobrinho et al. (2005), relataram que o genótipo não influencia no pH. Resultados diferentes foram observados por Souza et al. (2004), que observaram variação do pH em função dos grupos genéticos, pesos ao abate e músculos estudados.

Bressan et al. (2001), analisando o efeito do peso ao abate (15, 25, 35 e 45 kg) de cordeiros Santa Inês e Bergamácia, observaram que as raças apresentaram resultados similares de pH, entretanto, os animais de maior peso corporal apresentaram velocidade de declínio do pH mais rápida, quando comparados aos animais de menor peso.

Investigando o efeito de dietas contendo caroço de algodão, Vieira et al. (2010) verificaram que os resultados de pH permaneceram constantes sem apresentar diferença significativa ( $P>0,05$ ).

#### **2.5.4. Características Sensoriais (Aroma e Sabor)**

A análise sensorial é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993) como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição. Ainda com relação à definição anterior, Madruga (2003), Zeola et al. (2010) e Costa et al. (2011) acrescentam que a análise sensorial consiste na avaliação de alimentação ou outros materiais através dos sentidos da visão, olfato, gustação, audição e sensibilidade cutânea, baseada na resposta dos sentidos aos estímulos. O estímulo pode ser medido pelos métodos físicos e químicos, e a sensação por processos psicológicos.

A qualidade da carne em geral, é avaliada por suas características sensoriais, como aroma, cor, sabor, textura, maciez e suculência. Essas características podem ser

influenciadas por fatores intrínsecos (espécie, raça, sexo e idade) e extrínsecos ao animal (nutrição, ambiente, manejos pré e pós abate, tipo de cozimento). Esses fatores afetam a estrutura muscular e a bioquímica do músculo, agindo sobre os atributos sensoriais e tecnológicos da carne. A textura e a maciez são secundárias ao sabor e aroma no que diz respeito à aceitabilidade ou não da carne de ovinos e, geralmente, não constituem o principal problema (TEIXEIRA et al., 2010).

Os atributos de um produto são observados na seguinte ordem: aparência, odor/ aroma/ fragrância, consistência ou textura e sabor (aroma + sensações químicas + gosto). Entretanto, na percepção global, os atributos se sobrepõem, pois todas as impressões surgem quase que simultaneamente e só o treinamento tornará as pessoas aptas a analisar cada um desses atributos isoladamente (FARIA e YOTSUYANAGI, 2002).

De acordo com Lawrie (2005), a suculência está diretamente relacionada aos lipídios intramusculares e ao teor de umidade da carne. A suculência na carne cozida é avaliada durante a mastigação. A primeira sensação de boca molhada durante as mordidas iniciais se deve à rápida liberação do suco celular da carne. A sensação seguinte de suculência permanente é causada pela lenta liberação da umidade e, possivelmente, pela estimulação da gordura sobre a saliva. Dessa forma, a suculência está relacionada com o percentual de umidade presente na carne cozida e com a quantidade de gordura intramuscular.

A textura da carne é percebida como uma combinação de sensações táteis, resultado da interação entre as propriedades físicas e químicas, como a maciez, umidade e elasticidade. A maciez pode ser definida como a facilidade a qual a carne pode ser cortada ou mastigada, e está relacionada com a CRA, estrutura miofibrilar, tecido conjuntivo e da interação entre fibras musculares e matriz extracelular. Normalmente, a carne de animais jovens e de fêmeas é mais macia que a de animais velhos e machos (MONIN, 1998).

Pesquisando o efeito de dois sistemas de alimentação (pasto e concentrado) sobre a qualidade da carne de ovinos da raça Ile de France, Priolo et al. (2002), obtiveram valores médios de maciez e suculência variando de 5,07 a 4,52 e 4,43 a 3,79, respectivamente. Neste estudo os autores relataram que cordeiros criados em

confinamento apresentam carnes mais macias e suculentas, qualidades que podem ser relacionadas ao incremento no teor de gordura encontrado nessas carnes.

O sabor de um alimento corresponde ao conjunto de impressões olfativas e gustativas provocadas no momento de seu consumo. Portanto, é um fator de extrema importância para a aceitabilidade do produto pelo consumidor final, uma vez que é percebido antes da introdução do alimento na boca, durante a mastigação e deglutição. Segundo Lien (2002), a carne crua tem sabor de sangue e pouco aroma, possuindo compostos como aminoácidos, peptídeos e açúcares redutores que serão os precursores e estimuladores do sabor final. A interação e degradação de alguns desses compostos produzem outros compostos intermediários ou voláteis, que contribuem para o desenvolvimento do sabor típico durante o cozimento.

O sabor sendo uma sensação bastante complexa, onde envolve odor, textura, temperatura e pH, torna-se difícil definirem-no de forma objetiva. Assim, sua avaliação depende basicamente do painel sensorial. A variabilidade entre indivíduos na intensidade e na qualidade da resposta a um dado estímulo, em um dado indivíduo, devido a fatores estranhos, torna a escolha dos membros do painel sensorial, bem como suas condições de trabalho, assunto de grande importância.

Conforme Cramer (1983), o termo sabor de “ovino” usualmente empregado para carne de cordeiro, refere-se ao sabor característico que esta carne apresenta, independente da idade, o que é considerado, por muitos consumidores, como indesejável. Esse sabor torna-se mais pronunciado quando a carne é submetida a temperaturas mais altas de cozimento, e especialmente quando reações de escurecimento acontecem. Além disso, o consumidor pode aceitar ou rejeitar uma carne cozida de cordeiro com base apenas em seu sabor e aroma, enquanto a aceitabilidade de outras carnes, como a bovina e suína, também é determinada pela maciez e suculência.

Antes da carne ser cozida, odores específicos são evidentes. Manipuladores de carcaças de ovinos desenvolvem um odor característico em suas mãos, provavelmente devido a compostos existentes na gordura animal. A química desse efeito nunca foi examinada e as relações com o odor e o sabor da carne cozida são desconhecidas. Assim, a causa exata desse sabor considerado como indesejável ainda requer maiores estudos, mas acredita-se que misturas complexas de compostos voláteis, além de ácidos graxos modificados durante o cozimento, sejam os principais responsáveis por essa

característica. Além disso, compostos formados devido à oxidação lipídica durante o tempo de estocagem também podem ser responsáveis pela acentuação desse sabor (YOUNG et al., 1994).

Há três tipos de interações entre a gordura e o aroma: a) a gordura é capaz de absorver compostos de aroma hidrofóbicos, tanto os presentes no animal vivo (odor a ovino) como os formados durante o processamento; b) a gordura é precursora de um grande número de compostos responsáveis pelo aroma (aldeídos, cetonas, ácidos graxos voláteis, alcoóis secundários), que podem contribuir para a formação de aromas e sabores, tanto os desejáveis quanto os indesejáveis (aroma de ranço e queimado); e c) acredita-se que os fosfolipídeos sejam os responsáveis por mudanças evidentes na qualidade do aroma da carne (MONTEIRO, 2001).

Segundo Mottram (1998), os fosfolipídeos são componentes estruturais que possuem, na sua composição, alta concentração de AGPI, particularmente com três ou mais duplas ligações, como o ácido araquidônico (C<sub>20:4</sub>) que mediante aquecimento, liberam produtos secundários que participam da reação de Maillard. Embora participe no sabor desejável da carne cozida, o ácido araquidônico é mais susceptível à oxidação durante o aquecimento e tem sido associado ao sabor desagradável. O mesmo autor afirma também que as principais reações que ocorrem durante o cozimento da carne e originam os compostos voláteis são: a reação entre açúcares redutores e aminoácidos conhecida como Maillard, degradação da tiamina e reações lipídicas.

Entre os componentes já identificados como responsáveis pelo sabor e aroma característico (doce-amargo) da carne de cordeiro cozida, são citados os ácidos graxos de cadeia curta, com oito a dez átomos de carbono e ramificações laterais, principalmente os ácidos 4-metil-octanóico (ácido hircinóico), 4-metilnonanóico e 4-etil-octanóico já identificados como um dos responsáveis por esse aroma característico da carne de ovinos e caprinos (ROÇA, 1993).

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

voláteis observou-se diferença significativa de porcentagem de ocorrência em função dos tratamentos de alimentação (pastagem e dieta à base de milho).

Sabe-se que a dieta tem efeito significativo no aroma e sabor da carne de ovinos. Em geral, algumas dietas podem alterar a composição da gordura e, conseqüentemente, alterar o sabor da carne. Isto depende da espécie que os recebe e do tempo de duração da alimentação. Dietas à base de silagem podem levar a um sabor e aroma de “suíno”, quando comparadas com animais que foram alimentados a pasto. Mottram (1998) observou que com o aumento do nível de lipídeos na dieta é possível aumentar o teor de AGI na gordura bovina. Entretanto, se esta elevação for em grande quantidade pode acarretar rancificação oxidativa, a qual gera sabor desagradável.

A adição de gordura protegida em dietas pode transformar a qualidade sensorial, alterando o sabor da carne. O que foi verificado em um estudo realizado com ovinos, que ao ser adicionado ácido linoléico ( $C_{18:2}$ ) protegido na ração, observou-se aumento na concentração deste ácido na gordura, tendo como consequência uma carne de aparência azeirosa e sabor semelhante à carne de frango ou suína (MOTTRAM, 1998). É importante ressaltar que o  $C_{18:2}$  representa mais da metade dos ácidos graxos presente no caroço de algodão, assim sendo animais que são alimentados com caroço de algodão ou seus derivados, podem ter alteração no teor de  $C_{18:2}$  na gordura, entretanto ao participar em 9,5% da MS da dieta de novilhos não alterou o sabor da carne (MEDEIROS et al., 2005). Wood et al. (2003) verificaram que músculos com elevados níveis de  $C_{18:2}$  oxidam rapidamente quando aquecidos, produzindo vários compostos voláteis, incluindo os aldeídos pentanal e hexanal, que comprometem a qualidade aromática da carne. Mottram (1998) ressalta a necessidade de se estudar a influência da alimentação na concentração de ácidos graxos na carne de ovinos e conseqüentemente no sabor.

Young et al. (1994) recomendam a avaliação das características sensoriais da carne de ovinos por meio de análises químicas e de um painel sensorial. Os autores salientam que o painel deve ser homogêneo etnicamente e deve avaliar a intensidade e aceitabilidade do sabor de “ovino”, podendo-se utilizar para tais avaliações escalas hedônicas ou estruturadas. Segundo Felício (1999), a análise sensorial pode ser do tipo ADQ (Análise Descritiva Quantitativa), em escala não estruturada (retas contínuas de 9 ou 10 cm) ancorada nas extremidades com descritores apropriados, ou em escala

hedônica estruturada de sete ou oito pontos. Nesses testes, usualmente pede-se aos provadores que avaliem os atributos maciez, intensidade do sabor, sabor e aroma estranhos, suculência e aceitação global. Para a ADQ, os provadores devem ser sempre treinados, nos demais testes pode-se utilizar equipes de meia dúzia de provadores treinados, ou consumidores em número bem maiores.

Madruga et al. (2005) analisando a qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas, encontraram as seguintes variações de resultados para os atributos sensoriais: odor característico (4,47 a 4,87) e sabor (7,05 a 7,65). Os autores citaram que o “odor ovino” mais evidente foi detectado nos animais alimentados com silagem de milho, coincidindo com aqueles que apresentaram teores de lipídeos mais elevados na carne, confirmando-se que o aroma e o sabor característicos da carne estão diretamente relacionados ao teor de gordura presente no músculo.

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

Vieira et al. (2010), observaram que diferentes níveis de caroço de algodão integral influenciaram significativamente ( $P < 0,01$ ) os parâmetros odor e odor característico da carne ovina. Corroborando com estes resultados, Osório et al. (2013), verificaram que a carne de ovinos castrados apresentou menor odor característico quando comparada à carne de animais não castrados. Em contrapartida, Ribeiro et al. (2001), relataram resultados diferentes, sendo que não observaram diferença significativa para o sabor entre animais castrados e não castrados.

Pinheiro et al. (2008), concluíram que o sabor não foi influenciado pela categoria animal. Resultados divergentes foram descritos por Rousset-Akrim et al. (1997), onde afirmaram que animais abatidos mais tardiamente apresentam sabores e aromas mais indesejáveis.

O genótipo não influenciou a suculência, aroma e sabor da carne de cordeiros na pesquisa de Peixoto et al. (2011).

A necessidade de conhecer mais sobre os efeitos da alimentação com a torta de algodão sobre as características da carne de ovinos levaram a realização desta pesquisa onde, o tema foi tratado no capítulo 2 da presente dissertação.

O Capítulo 2, denominado, “**Características físico-químicas, perfil de ácidos graxos, aroma e sabor da carne de cordeiros alimentados com torta de algodão**” apresenta-se de acordo com as normas para publicação na *Revista Brasileira de Zootecnia*. Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de diferentes quantidades (0, 7, 14, 21 e 28%) da torta de algodão na dieta sobre a qualidade físico-química, perfil de ácidos graxos, aroma e sabor da carne de cordeiros.

## 2.6. Referências bibliográficas

ABDALLA, A. L.; et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l.], v. 37, suplemento especial, p. 260-258, 2008.

ARSENOS, G. et al. Fatty acid composition of lambs of indigenous dairy greek breeds of sheep as affected by post-weaning nutritional management and weight at slaughter. **Meat Science**, [S.l.], v.73, n.1, p.55-65, mai. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. **Exportação de carne bovina do Brasil**. [S.l: s.n], 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Testes triangular em análise sensorial dos alimentos e bebidas NBR 12995**. Rio de Janeiro: [S.n], 1993.

BARROS, L. V. **Substituição do farelo de soja por farelo de mamona tratado com óxido de cálcio ou farelo de algodão 38% em suplementos múltiplos para novilhas de corte sob pastejo**. 2010. 71f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

BATISTA, A. S. M.; et al. Effect of energy concentration in the diets on sensorial and chemical parameters of Morada Nova, Santa Inez and Santa Inez x Dorper Lamb meat. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l.], v.39, n.9, p.2017-2013, 2010.

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

BAUMAN, D. E.; LOCK, A. L. Conjugated linoleic acid: biosynthesis and nutritional significance. In: FOX, P.F.; MCSWEENEY, P.L.H. **Advanced dairy chemistry**. New York: Springer, v.3, p.93-136. 2006

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

BERNARDES, E. B. et al. Efeito da substituição do feno de Tifton 85 pelo caroço de algodão como fonte de fibra na dieta de bezerras. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.4, p.955-964, 2007.

BESSA, R. J. B. et al. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. **Livestock Production Science**, New York, v.63, n.3, p.201-211, maio 2000.

BETT, V. **Utilização da canola em grão integral para cordeiros em terminação**. 1998, 36f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1998.

BOGGS, D. L.; MERKEL, R. A.; DOUMIT, M. E. **Livestock and carcasses**. Na integrated approach to evaluation, grading and selection. Kendall: Hunt publishing company, 1998. 259p.

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

BOMFIM, M. A. D.; SILVA, M. M. C.; SANTOS, S. F. Potencialidades da utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de caprinos e ovinos. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.3, n.4, p.15-26, 2009.

BONACINA, M. S. et al. Influência do sexo e do sistema de terminação de cordeiros Texel x Corriedale na qualidade da carcaça e da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l], v.40, n.6, p.1242-1249, 2011.

BONAGURIO, S. et al. Composição Centesimal da Carne de Cordeiros Santa Inês puros e de seus Mestiços com Texel Abatidos com Diferentes Pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l], v.33, n.6, p.2387-2393, 2004.

BORGES, A. S. et al. Medições instrumentais e sensoriais de dureza e suculência na carne caprina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.l], v.26, n.4, p.891-896, 2006.

BRASIL. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – ANP. **Biodiesel: Introdução**. [S.l]: ANP, 2013.

\_\_\_\_\_. Decreto Nº 5.297 – de 6 de dezembro de 2004. Dispõe sobre os coeficientes de redução das alíquotas da contribuição para o pis/pasep e da cofins incidentes na produção e na comercialização de biodiesel, sobre os termos e as condições para a utilização das alíquotas diferenciadas, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 07 dez. 2004. p.2.

\_\_\_\_\_. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estatística da Produção Agrícola – Abril de 2013**. [S.l]: IBGE, 2013.

BRESSAN, M. C. et al. Efeitos dos métodos de abate e sexo na composição centesimal, perfil de ácidos graxos e colesterol da carne de capivaras. **Ciência e Tecnologia de Alimentação**, Campinas, v.24, n.2, p.236-242, 2004.

BRESSAN, M. C. et al. Efeito do Peso ao Abate de Cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as Características Físico-Químicas da carne. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.l.], v.21, n.3, p.293-303, 2001.

COSTA, M. M. C. et al. Composição centesimal da carne de cordeiros Dorper x SRD e Santa Inês x SRD terminados na pastagem e em confinamento. **Revista Ciência Agronômica**, [S.l.], v.40, n.1, p.66-70, 2009a.

COSTA, R. G. et al. Lipid profile of Lamb meat from different genotypes submitted to diets with different energy levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l.], v.38, n.3, p.532-538, 2009b.

COSTA, R. G. et al. Características de carcaça de cordeiros Morada Nova alimentados com diferentes níveis do fruto-refugo de melão em substituição ao milho moído na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l.], v.40, n.4, p.866-871, 2011.

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

CUNHA, M. G. G. et al. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l.], v.37, n.6, p.1103-1111, 2008.

CUNHA, J. A.; MELOTTI, L.; LUCCI, C. S. Degradabilidade no rúmen da matéria seca e da proteína do caroço integral e do farelo de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) pela técnica dos sacos de náilon *in situ* com bovinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, [S.l.], v.35, n.2, p.96-100, 1998.

CUNHA, R. G. S. et al. Biodiesel: produção com óleo residual de fritura. In: Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar, Santa Catarina, 2. **Anais...** Santa Catarina: UFSC – Colégio Agrícola de Camboriú, 2007. p.1-7

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

DHANDA, J. S.; TAYLOR, D. G.; MURRAY, P. J. Carcass composition and fatty acid profiles of adipose tissue of male goats: effects of genotype and liveweight at slaughter. **Small Ruminant Research**, [S.l.], v.50, p.67-74, 2003.

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

DUGAN JUNIOR, L. R. Composición química de los tejidos animales: grasas. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGHT, B. S. **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. 2 ed. Madri: ACRIBIA, 1984. p.137-149.

EMBRAPA. **Manejo sanitário de caprinos e ovinos**: Circuito de tecnologias adaptadas para a agricultura familiar. Natal, RN: EMPARN, 2006. 32 p. v. 3

FAO. Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação. **Estatísticas FAO**, [S.l: s.n.], 2013.

FARFAN, J. A. Alimentos que influenciam os níveis de colesterol no organismo. In: Seminário Colesterol: Análise, Ocorrência, Redução em Alimentos e Implicações na Saúde. Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL, 1996. p.35-44.

FARIA, E. V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de Análise Sensorial**. Campinas: ITAL, 2002. 116p.

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

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

FERNANDES, M. A. M. et al. Composição tecidual da carcaça e perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros terminados a pasto ou em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l], v.39, n.7, p.1600-1609, 2010.

FERNANDES, M. A. M. et al. Composição tecidual e perfil de ácidos graxos do lombo de cordeiros terminados em pasto com níveis de suplementação concentrada. **Ciência Rural**, [S.l], v.39, n.8, p.2485-2490, 2009.

FRENCH, P. et al. Fatty acid composition of intra-muscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. **Livestock Production Science**, [S.l], v.81, p.307-317, 2003.

FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage or concentrate-based diets. **Journal of Animal Science**, London, v.78, p.2849-2855, 2000.

FRESCURA, R. B. M. et al. Avaliação das proporções de cortes de carcaça, características da carne e avaliação dos componentes do peso vivo de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**. [S.l.], v.34, n.1, p.167-174, 2005.

FUNCK, L. G.; BARRERA-ARELLANO, D.; BLOCK, J. M. Ácido linoléico conjugado (CLA) e sua relação com a doença cardiovascular e os fatores de risco associados. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v.56, n.2, 2006. Não paginado.

FURUSHO-GARCIA, I. F.; PEREZ, J. R. O.; TEIXEIRA, J. C. Componentes de carcaça e composição de alguns cortes de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês puros terminados em confinamento, com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l.], v.32, n.6, p.1999-2006, 2003.

GALLO, S. B.; SIQUEIRA, E. R.; ROSA, G. T. Efeito da nutrição da ovelha e do cordeiro sobre o perfil de ácidos graxos do músculo *Triceps brachii* de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l.], v.36, n.6, p.2069-2073, 2007 (supl.).

GARTON, A. **Unsaturated fatty acids—nutricional and physiological significance. The report of the British Nutrition Foundation's Task Force**. London: Chapman e Hall, 1994. 212p.

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

JUDGE, M. et al. **Principles of meat science**. Iowa: Kendall Hunt, 1989. 351p.

LADEIRA, M. M.; OLIVEIRA, R. L. Desafios nutricionais para melhoria da qualidade da carne bovina. In: OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, M. A. A. F. (Eds.). **Bovinocultura de corte: desafios e tecnologias**. Salvador: EDUFBA, 2007. p.183-210, 2007.

LAWRENCE, T.J.L.; FOWLER, V.R. **Tissues. In Growth of Farm Animals. Londres, 1997**. Londres: CAB INTERNATIONAL, 1997, 331p.

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

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

MACEDO, V. P. **Utilização da Semente de Girassol (*Helianthus annuus L.*) na Terminação de Cordeiros em Sistema Superprecoce**. 2003, 81f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Unesp, Botucatu – SP, 2003.

MADRUGA, M. S. Fatores que afetam a qualidade da carne caprina e ovina. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2. João Pessoa, 2003, **Palestra...** João Pessoa: EMEPA, 2003.

MADRUGA, M. S. Qualidade química, sensorial e aromática da carne caprina: Mitos e Verdades. In: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPÉCIE CAPRINA, 8, 2004, **Palestra...** Botucatu: [S.n.], 2004.

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

MADRUGA, M. S. et al. Efeitos de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l], v.37, n.8, p.1496 - 1502, 2008.

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

MEDEIROS, S. R. et al. Efeito do caroço de algodão na qualidade do “*Longissimus dorsi*” de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42. Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. 1 CD-ROM.

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

MIR, P.S. et al. Conjugated linoleic acid enriched beef production. **The American Journal of Clinical Nutrition**, [S.l], v.79, n.6, p.1207-1211, 2004.

MONIN, G. Recent methods for procesicting quality of whole meat. **Meat Science**, Amsterdam, [S.l], v.49, p.231-243, abr. 1998. Supl.1.

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

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

MORENO, G. M. B. et al. Efeito do genótipo e do teor de proteína da dieta sobre a qualidade da carne de cordeiros. **Rev. Bras. Saúde e Prod. An.** Salvador, v.12, n.3, p.630-640, jul./set. 2011.

MOTTRAM, D.S. Flavour formation in meat and meat products: a review. **Food Chemistry**, [S.l], v.62, n.4, p.415-424, 1998.

MURPHY, T. A. et al. Effects of grain or pasture finishing systems on carcass composition and tissue accretion rates of lambs. **Journal of Animal Science**, London, v.72, p.3138-3144, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of sheep.** 6. ed. Washington: National Academy Press, 1985. 112p.

\_\_\_\_\_. **Nutrient requirements of small ruminants.** Washington: National Academy Press, 2007. 362p.

NOVELLO, D.; FRANCESCHINI, P.; QUINTILIANO, D. A. A importância dos ácidos graxos  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6 para a prevenção de doenças e na saúde humana. **Revista Salus**, [S.l], v.2, n.1, p.77-87, 2008.

NUNES, A. S. et al. Consumo, digestibilidade e parâmetros sanguíneos de cordeiros submetidos a dietas com torta de dendê. **Archivos de Zootecnia**, [S.l], v.60, n.232, p.903-910, 2011.

NURNBERG, K.; WEGNER, J.; ENDER, K. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. **Livestock Production Science**, [S.l], v.56, p.145-156, 1998.

OLIVEIRA, A. L. **Efeito do peso de abate nos rendimentos, características de carcaça e qualidade da carne de novilhos nelore e mestiços canchim-nelore.** Campinas. 1993, 130f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - UNICAMP/FEA, 1993.

OLIVEIRA, M. V. M. et al. Rendimento de carcaça, mensurações e peso de cortes comerciais de cordeiros Santa Inês e Bergamácia alimentados com dejetos de suínos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l], v.31, n.3, p.1451-1458, 2002.

OLIVEIRA, S.G.; SIMAS, J.M.C.; SANTOS, F.A.P., Principais Aspectos Relacionados às Alterações no Perfil de Ácidos Graxos na Gordura do Leite de Ruminantes. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v.9, n.1, p.73-80, 2004.

ORTIZ, J. S. et al. Medidas Objetivas das Carcaças e Composição Química do Lombo de Cordeiros Alimentados e Terminados com Três Níveis de Proteína Bruta em Creep Feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l], v.34, n.6, p.2382-2389, 2005.

OSORIO, J. C. S. et al. Produção de carne de cordeiros cruza Border Leicester com ovelhas Corriedale e Ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l], v.31, n.3, p.1469-1480, 2002.

OSÓRIO, M. T. M. et al. Características sensoriais da carne de ovinos Corriedale em função da idade de abate e da castração. **Revista Agrarian**, [S.l], v.6, n.19, p.60-66, 2013.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.287-309.

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

PEIXOTO, L. R. R. et al. Características físico-químicas e sensoriais da carne de cordeiros de diferentes genótipos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, [S.l], v.12, n.1, p.117-125, 2011.

PELLEGRINI, L. F. V. et al. Perfil de ácidos graxos da carne de ovelhas de descarte de dois grupos genéticos submetidas a dois sistemas de manejo. **Ciência Rural**, [S.l], v.37, n.6, p.1786-1790, nov. /dez. 2007.

PEREZ, J. R. O. et al. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.l], v.22, n.1, p.11-18, 2002.

PETROVA, Y.; BANSKALIEVA, V.; DIMOV, V. Effect of feed on distribution of fatty acids at Sn-2-position in triacylglycerols of different adipose tissues in lambs. **Small Ruminant Research**, [S.l], v.13, p.263-267, 1994.

PINHEIRO, R. S. B. et al. Características sensoriais da carne de cordeiros não castrados, ovelhas e capões. **Ver. Bras. Saúde Prod. An.**, [S.l], v.9, n.4, p.787-794, out/dez, 2008.

PINHEIRO, R. S. B. et al. Qualidade de carnes provenientes de cortes de carcaça de cordeiros e de ovinos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l], v.38, n.9, p.1790-1796, 2009.

PIRES, C. C. et al. Características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l], v.35, n.5, p.2058-2065, 2006.

PONNAMPALAM, E. N. et al. Effect of dietary modification of muscle long-chain n-3 fatty acid on plasma insulin and lipid metabolites, carcass traits, and fat deposition in lambs. **Journal Animal Science**, v.79, p.895-903, 2001.

PORTAL DO BIODIESEL. [S. l: s. n].

PRESTON, R. L.; BARTLE, S. J.; RULE, D. C. Effect of whole cottonseeds in cattle finishing diets on growth, efficiency and body composition. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v.2, n.2, p.505-506, 1989.

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

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

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

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

RIBEIRO, E. L. A. et al. Carcaça de borregos Ile de France inteiros ou castrados e Hampshire Down castrados abatidos aos doze meses de idade. **Revista Ciência Rural**, [S.l], v.31, n.3, p.479-482, 2001.

RIZZI, L. et al. Carcass quality, meat chemical and fatty acid composition of lambs fed diets containing extruded soy beans and sunflower seeds. **Animal Feed Science and Technology**, [S.l], v.97, p.103-114, 2002.

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

ROÇA, R. O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: UNESP, 2000. 202p.

RODRIGUES, V. C. et al. Ácidos graxos na carne de búfalos e bovinos castrados e inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l], v.33, n.2, p.434-443, 2004.

ROGÉRIO, M. C. P. et al. Uso do caroço de algodão na alimentação de ruminantes. **Arquivo de Ciência Veterinária e Zoologia Unipar**, Maringá, v.6, n.1, p.85-90, 2003.

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

SANTANA, G. Z. M. et al. Qualidade de carne de cordeiros Santa Inês alimentados com dietas contendo subprodutos agroindustriais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004. Campo Grande. **Anais...19/07/2004**. Campo Grande: [S.n], 2004. 4p.

SANTELLO, G. A. et al. Desempenho e características histoquímicas do tecido muscular esquelético de cordeiras terminadas em diferentes sistemas. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, [S.l], v.31, n.4, p.425-431, 2009.

SANTELLO, G. A. et al. Características de carcaça e análise do custo de sistemas de produção de cordeiros ½ Dorset Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l], v. 35, n. 4, p. 1852-1859, 2006.

SANTOS, C. L.; PÉREZ, J. R. O. Cortes comerciais de cordeiros Santa Inês. In: ENCONTRO MINEIRO DE OVINOCULTURA, 1, 2000. Lavras - MG. **Anais... Lavras**: [S.n], 2000. p.149-168.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J.; MENDES, I. A. The effect of supplementation with expanded sunflower seed on carcass and meat quality of lambs raised on pasture. **Meat Science**, [S.l], v.65, n.4, p.1301-1308, dez. 2003.

SAÑUDO, C. et al. Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in the EU carcass classification system. **Meat Science**, [S.l], v.56, p.89-94, 2000.

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

SCHNEIDER, C. L. et al. Dietary Stearic Acid Reduces Cholesterol Absorption and Increases Endogenous Cholesterol Excretion in Hamsters Fed Cereal-Based Diets. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v.130, n.5, p.1232-1238, 2000.

SEN, A. R.; SANTRA, A.; KARIM, S. A. Effect of dietary sodium bicarbonate supplementation on carcass and meat quality of high concentrate fed lambs. **Small Ruminant Research**. v.65, p.122-127, 2006.

SILVA SOBRINO, A.G. **Criação de ovinos**. Jaboticabal: Funep, 1997. 203p.

\_\_\_\_\_. et al. Efeitos da relação volumoso:concentrado e do peso ao abate sobre os componentes da perna de cordeiros Ile de France x Ideal confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l], v.31, n.2, p.1017-1023, 2002.

\_\_\_\_\_. Características de Qualidade da Carne de Ovinos de Diferentes Genótipos e Idades ao Abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l], v.34, n.3, p.1070-1076, 2005.

SIQUEIRA, E. R. et al. Características sensoriais da carne de cordeiros das raças Hampshire Down, Santa Inês e mestiços Bergamácia x Corriedale abatidos em quatro distintos pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l], v.31, n.3, p.1269-1272, 2002.

SIQUEIRA, E. R.; SIMÕES, C. D.; FERNANDES, S.; Efeito do sexo e do peso ao abate sobre a produção de carne de cordeiro. I. Velocidade de crescimento, caracteres quantitativo da carcaça, pH da carne e resultado econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l], v.30, n.3, p.844-848, 2001.

SNOWDER, G. D.; DUCKETT, S. K. Evaluation of the South African Dorper as a terminal sire breed for growth, carcass, and palatability characteristics. **Journal Animal Science**, [S.l], v.81, p.368-375, 2003.

SOUSA, W. H.; CARTAXO, F. Q.; CEZAR, M. F.; GONZAGA NETO, S.; CUNHA, M. G. G.; SANTOS, N. M. Desempenho e características de carcaça de cordeiros terminados em confinamento com diferentes condições corporais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, [S.l], v.9, n.4, p.795-803, 2008.

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

TEIXEIRA, D. A. B.; BORGES, I. Efeito do nível de caroço integral de algodão sobre o consumo e digestibilidade aparente da fração fibrosa do feno de braquiária (*Brachiaria decumbens*) em ovinos. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S.l] v.57, n.2, p.229-233, 2005.

TEIXEIRA, P. P. M.; DA SILVA, A. S. L.; VICENTE, W. R. R. Castração na produção de ovinos e caprinos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, [S.l], v.8, n.14, 2010.

TODARO, M. et al. Use of weaning concentrate in the feeding of suckling kids: Effects on meat quality. **Small Ruminant Research**, [S.l], v.66, p.44-50, 2006.

UNIÃO Brasileira do Biodiesel e Bioquerosene – UBRABIO. [S.l]: Ubrabio, [20--ç]

VALADARES FILHO, S. C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn nutrient utilization and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.83, n.1, p.106-114, Jan. 2000.

VALADARES FILHO, S. C. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: UFV, 2006. 329p.

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

VIANA, J. G. A. Panorama Geral da Ovinocultura no Mundo e no Brasil. **Revista Ovinos**, [S.l], Ano 4, n.12, 2008.

VIANA, P. G. **Desempenho e avaliação da caraça de ovinos Santa Inês suplementados com caroço de algodão (*Gossypium ssp.*) e seus co-produtos**. 2011. 50f. (Dissertação Mestrado em Ciências Animais) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília. Universidade de Brasília. Brasília, 2011.

VIEIRA, M. L.; SIMONI, H.; MORGAN, A. **Biodiesel, o início da caminhada para a sustentabilidade**. [S.l:S.n], 2010.

VIEIRA, T. R. L. et al. Propriedades físicas e sensoriais da carne de cordeiros Santa Inês terminados em dietas com diferentes níveis de caroço de algodão integral

(*Gossypium hirsutum*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.l.], v.30, n.2, p.372-377, abr./jun. 2010.

VOLTOLINI, T. V. et al. Fontes protéicas no suplemento concentrado de ovinos em pastejo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v.31, n.1, p.61-67, 2009.

WARMINGTON, B. G.; KIRTON, A. H. Genetic and non-genetic influences on growth and carcass traits of goats. **Small Ruminant Research**, [S.l.], v.3, p.147-165, 1990.

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

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

XENOFONTE, A. R. B. et al. Desempenho e digestibilidade de nutrientes em ovinos alimentados com rações contendo farelo de babaçu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.l.], v.37, n.11, p.2063-2068, 2008.

YOUNG, O. A. et al. Sheepmeat odour and flavour. In: SHAHIDI, F. (Ed). **Flavour of meat and meat products**. New York: Black Academic e Professional, 1994, p.71-97.

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

ZAPATA, J. F. F. et al. Características da carne de pequenos ruminantes do Nordeste do Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.l.], v.37, n.2, p.146-153, 2003.

ZAPATA, J. F. F. et al. Estudo da qualidade da carne ovina do nordeste brasileiro: propriedades físicas e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.2, p.274-277, maio/ago. 2000.

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

ZEOLA, N. M. B. L. et al. Composição centesimal da carne de cordeiros submetidos a dietas com diferentes teores de concentrado. **Ciência Rural**, [S.l.], v.34, n.1, 2004.

ZEOLA, N. M. B. et al. Características sensoriais da carne de cordeiro maturada e injetada com cloreto de cálcio. **Archivos de zootecnia**, [S.l], v.59, n.228, p.539-548, 2010.

ZERVOUDAKIS, J. T. et al. Resíduos agroindustriais na suplementação de bovinos à pasto. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PECUÁRIA DE CORTE, 2 e 7., 2011, [S.l]. **Anais...** [S.l; s.n.], 2011

## **CAPÍTULO 2**

## **Características físico-químicas, perfil de ácidos graxos, aroma e sabor da carne de cordeiros alimentados com torta de algodão**

**Resumo** – Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito dos níveis crescentes da inclusão (0; 7; 14; 21 e 28%) de torta de algodão na dieta sobre os parâmetros químicos de composição centesimal e perfil de ácidos graxos, os parâmetros físico-químicos de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  sistema CIELab), capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento, força de cisalhamento, pH final, além dos parâmetros sensoriais de aroma e sabor estranhos da carne de cordeiros confinados. Neste trabalho foram utilizados 40 cordeiros machos não castrados, deslanados, mestiços com predominância da raça Santa Inês, com peso vivo médio inicial de  $14,63 \pm 2,25$  kg e idade entre 3 e 4 meses, os quais foram distribuídos em 20 baias com dois animais por baia e permaneceram por 74 dias confinados. Logo após esse período os cordeiros foram abatidos e coletou-se o músculo *Longissimus dorsi* para avaliar as características da carne. O experimento foi conduzido sob um delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 8 repetições. As dietas experimentais foram formuladas com base na matéria seca para apresentarem 40% de volumoso e 60% de concentrado. Utilizou-se a silagem de milho como alimento volumoso e para compor os concentrados foi utilizado milho moído, farelo de soja, ureia/sulfato de amônio, mistura mineral e torta de algodão, sendo o último ingrediente acrescentado à dieta nos níveis de 0%, 7%, 14%, 21% e 28% da MS. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas com teor de proteína bruta de 16% e proporcionar ganho médio de 250 gramas ao dia. A alimentação diária foi calculada com base no peso corporal dos animais e o fornecimento das dietas foi realizado às 8h e 16h, na forma de mistura completa, sendo o trato e as respectivas sobras monitorados diariamente para que fossem mantidas entre 10 e 15% do ofertado. A água foi fornecida *ad libitum* durante todo o período experimental. Os níveis de torta de algodão não afetaram ( $P>0,05$ ) os parâmetros de composição centesimal (umidade, proteína, extrato etéreo e matéria mineral). Os parâmetros físicos cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), capacidade de retenção de água (CRA), força de cisalhamento (FC) e pH, também não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelos níveis crescentes da torta de algodão. Entretanto, para o perfil de ácidos graxos houve diferença significativa ( $P<0,05$ ), onde ocorreu acréscimo linear para os

ácidos graxos *iso*-tetradecanóico (C<sub>14:0 ISO</sub>), *iso*-pentadecanóico (C<sub>15:0 ISO</sub>), *anteiso*-pentadecanóico (C<sub>15:0 ANTEISO</sub>), *iso*-hexadecanóico (C<sub>16:0 ISO</sub>), *iso*-heptadecanóico (C<sub>17:0 ISO</sub>), esteárico (C<sub>18:0</sub>), *c*-12-octadecenóico (C<sub>18:1 c12</sub>), e eicosadienóico (C<sub>20:2</sub>). Foi observada diferença significativa (P<0,05), onde ocorreu aumento linear para a quantidade de ácidos graxos saturados (AGS). Verificou-se diferença significativa (P<0,05), onde ocorreu decréscimo linear para os ácidos graxos oléico (C<sub>18:1 c9</sub>) e *c*-11-octadecenóico (C<sub>18:1 c11</sub>), com o mesmo comportamento para os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), ácidos graxos insaturados totais (AGI), relação AGMI/AGS e AGI/AGS. As características de aroma e sabor não foram influenciadas (P>0,05) pelo aumento do nível de torta de algodão na dieta.

**Palavras-chave:** Ácido linoléico conjugado, análise sensorial, biodiesel, composição centesimal, perfil lipídico.

### **Physical-chemical characteristics, fatty acids, aroma and taste of lambs fed with cotton cake**

**Abstract** – This research aimed to evaluate the effect of increasing levels of inclusion (0, 7, 14, 21 and 28%) of pie cottonseed in the diet on the chemical parameters of proximate composition and fatty acid profile, the physico-chemical parameters of color, water holding capacity, cooking weight loss, softness, ultimate pH, addition of sensory parameters aroma and flavor of strange meat lambs. In this work we used 40 male not castrated, woolless crossbred predominantly Santa Ines, with initial live weight  $14,63 \pm 2,25$  kg and aged between 3 and 4 months, which were distributed in 20 bays with two animals per pen and remained confined for 74 days. Soon after this period were slaughtered and yielded the Longissimus dorsi muscle to evaluate the characteristics of the meat. The experiment was conducted in a completely randomized design with 5 treatments and 8 replications. The experimental diets were formulated based on dry matter to submit 40% forage and 60% concentrate. We used corn silage as forage for food and writing concentrates was used ground corn, soybean meal, urea / ammonium sulfate, mineral mixture and cotton cake, being the last ingredient added to the diet at levels of 0%, 7%, 14%, 21% and 28% DM. The diets were formulated to be isonitrogenous with crude protein content of 16% and provide average gain of 250 grams per day. The daily food intake was calculated based on body weight of the animals and the diets was conducted at 8 and 16h, in the form of complete mixing, and the tract and the orts were monitored daily so maintained between 10 and 15% of the offered. Water was provided *ad libitum* throughout the experimental period. Levels of cottonseed meal did not affect ( $P > 0,05$ ) the parameters of proximate composition (moisture, protein, ether extract and ash). The color, water holding capacity (WHC), shear force (FC) and pH, physical parameters were also not affected ( $P > 0,05$ ) by increasing levels of cottonseed meal. However, for the fatty acid profile was no significant difference ( $P < 0,05$ ), where there was a linear increase for tetradecanoic iso-fatty acids ( $C_{14:0}$  ISO), iso-pentadecanoic ( $C_{15:0}$  ISO), anteiso-pentadecanoic ( $C_{15:0}$  ANTEISO), iso-hexadecanoic ( $C_{16:0}$  ISO), iso-heptadecanoic ( $C_{17:0}$  ISO), stearic ( $C_{18:0}$ ), c-12-octadecenoic acid ( $C_{18:1}$  c12), and eicosadienoic ( $C_{20:2}$ ). Linear increase ( $P < 0,05$ ) for the amount of saturated fatty acids (SFA) was observed. There was a linear decrease

( $P < 0,05$ ) for the fatty acids oleic ( $C_{18:1\ c9}$ ) and C-11- octadecenoic acid ( $C_{18:1\ c11}$ ) with the same behavior for monounsaturated fatty acids (MUFA), acid total unsaturated fatty (AGI), ratio MUFA/SFA and UFA/SFA. The flavor and aroma characteristics were not affected by increasing the level of cottonseed meal in the diet.

**Keywords:** Conjugated linoleic acid, sensory analysis, biodiesel, centesimal composition, lipid profile.

### 3.1. Introdução

A ovinocultura brasileira é uma alternativa de exploração pecuária que vem apresentando grande desenvolvimento, principalmente quanto à produção de carne, seja por seu valor nutricional, seja por suas qualidades organolépticas. A importância dessa cadeia produtiva no cenário do agronegócio brasileiro aumenta à medida que cresce a demanda mundial por produtos cárneos. Ao mesmo tempo, o nível de exigência do mercado consumidor eleva-se, tendo em vista a maior preocupação com aspectos relacionados à qualidade do alimento e a sua saúde. Nesse contexto, aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos é essencial para consolidar a produção de carne ovina no país.

Segundo Signoretti et al. (2006), a produção nacional de ovinos tem como base o uso de pastagens naturais ou cultivadas. No entanto, é conhecida a diminuição da produção forrageira das gramíneas tropicais durante o período de seca. Com isso, a carne que abastece os consumidores acaba sendo, na grande maioria das vezes, proveniente de animais velhos, com grande deposição de gordura e com baixa qualidade de carcaça, o que exerce influência inibitória sobre seu consumo.

Na busca por melhores resultados zootécnicos e econômicos, além da utilização de raças precoces especializadas para a produção de carne ovina, o uso crescente de diversas estratégias de suplementação alimentar tem sido adotado em oposição aos sistemas tradicionais de terminação a pasto, com o objetivo de diminuir a idade ao abate e melhorar a qualidade da carcaça (ZEOLA et al., 2004). Todavia, os gastos com alimentação no confinamento são altos, uma vez que os custos a ele associado podem chegar a 90% dos custos operacionais totais (SIGNORETTI et al., 2006).

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

Entre esses alimentos, o caroço de algodão e seus coprodutos, entre eles a torta, tem-se mostrado uma excelente opção para uso em confinamentos, pois associa altos teores de lipídeos, proteínas e fibra bruta, possibilitando elevar a densidade energética

das dietas sem diminuir os teores de fibra e proteína. No entanto, o alto teor de gordura pode ser uma das limitações ao seu uso. Essa grande quantidade de lipídeos, principalmente a de ácidos graxos insaturados, presente na torta de algodão, pode causar alteração na fermentação ruminal, devida à supressão das atividades de bactérias celulolíticas e metanogênicas. Dessa forma o alto teor de gordura da torta pode causar alterações nas características da carne (MEDEIROS et al., 2005).

A torta de algodão tem-se mostrado uma excelente opção para uso em confinamentos, visto que a associação do alto teor de proteína com elevado conteúdo de energia faz com que ela facilite a formulação de dietas de custo mínimo, substituindo parcialmente a soja e o milho (MEDEIROS et al., 2005). Entretanto, uma das limitações da utilização da torta de algodão é por conta da associação desta com problemas no sabor da carne. Por isso, são necessários mais estudos a respeito da interferência deste coproduto na qualidade da carne.

O objetivo deste estudo foi verificar o efeito da inclusão de níveis crescentes de torta de algodão na dieta sobre as características físico-químicas, perfil de ácidos graxos, aroma e sabor da carne de cordeiros terminados em confinamento.

## **3.2. Material e métodos**

### **3.2.1. Local do experimento**

O experimento foi conduzido no Setor de Ovinocultura da Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), localizada a 30 Km de Cuiabá no município de Santo Antônio de Leverger - Mato Grosso, nas coordenadas de 15°47'05" Sul e 56°04' Oeste, e a uma altitude média de 140 m, no período de maio a agosto de 2011. A região é caracterizada por uma estação quente e úmida geralmente de outubro a abril, seguida de outra fria e seca, de maio a setembro. O clima da região é classificado como AW (tropical úmido de savana, com inverno seco e verão chuvoso).

### **3.2.2. Animais e alimentação**

Foram utilizados 40 cordeiros machos não castrados, deslanados, mestiços com predominância da raça Santa Inês, com peso corporal (PC) médio inicial de 14,63 ±

2,25 kg e idade entre 3 e 4 meses, os quais foram distribuídos em 20 baias de madeira (dois cordeiros por baia) de 4,06 m<sup>2</sup> e piso de concreto. Inicialmente os animais foram pesados, identificados, casqueados, vacinados contra clostridiose e tratados contra endoparasitos. Os animais foram mantidos em baias dotadas de bebedouros e comedouros, as quais foram higienizadas diariamente através da remoção das fezes.

A dieta foi fornecida duas vezes ao dia, na forma de dieta total, sendo a primeira oferta às 08:00 horas e a segunda às 16:00 horas. Diariamente, antes do primeiro trato as sobras de alimentos do dia anterior foram recolhidas e pesadas, sendo esse procedimento repetido durante todo o período experimental.

### 3.2.3. Dieta experimental

As dietas foram compostas de 40% de volumoso (silagem de milho) e 60% de concentrado, os quais foram formulados de acordo com os tratamentos experimentais. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas, com teor de proteína bruta de 16% (NRC, 1985), calculada para animais com potencial de ganho de peso diário de 0,250 kg, sendo os concentrados compostos por milho moído, farelo de soja, ureia/sulfato de amônio (9:1), mistura mineral e a torta de algodão em níveis crescentes (0, 7, 14, 21 e 28% na MS da dieta), como pode-se observar na tabela 1.

**Tabela 1.** Porcentagem dos ingredientes nas dietas experimentais em função dos níveis de torta de algodão

Ingrediente	Níveis de torta de algodão (%)				
	0	7	14	21	28
Silagem de milho	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Milho moído	41,4	37,2	33,6	29,4	25,2
Farelo de soja	16,2	13,2	10,2	7,2	4,2
Torta de algodão	-	7,2	13,8	21,0	28,2
Mistura mineral <sup>1</sup>	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Uréia/sulfato de amônio (9:1)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

<sup>1</sup> mistura mineral comercial para ovinos – níveis de garantia/ kg: Ca, 177 g; P, 80 g; S, 20 g; Na, 108 g; Co, 40 mg; Cu, 550 mg; I, 60 mg; Se, 15 mg; Mn, 1200 mg; Zn, 3000 mg.

O experimento teve duração de 89 dias, sendo os 15 dias iniciais destinados à adaptação dos animais às baias e dietas e os 74 dias restantes destinados ao monitoramento do consumo e desempenho. O consumo diário de matéria seca (CMS)

foi obtido pela diferença entre a quantidade de MS ofertada e as respectivas sobras. A quantidade diária da dieta ofertada foi calculada de forma a manter sobras de matéria natural ao redor de 10-15% do ofertado. Os animais foram pesados no início e final do experimento após jejum de sólidos de 14 horas.

#### **3.2.4. Coleta das amostras**

O peso corporal final médio dos animais, após 89 dias confinados, foi de 30,43  $\pm$  2,52 kg. Os ovinos seguiram para o Frigorífico Estância Celeiro em Rondonópolis – MT localizado a 220 km da fazenda experimental. Os animais foram abatidos por intermédio de insensibilização, seguida de secção da jugular, após jejum de alimentos por 24 horas. Depois da sangria, remoção da pele e evisceração dos animais, identificou-se as carcaças, promovendo a lavagem, pesagem e o resfriamento a 7 °C por 24 horas. De cada meia carcaça, de cada animal, foi retirada uma amostra do músculo *Longissimus dorsi*, na altura da 1ª vértebra torácica – 7ª vértebra lombar. Estas foram embaladas a vácuo, individualmente, em sacos plásticos, identificados e congelados a – 25°C. Após 48 horas de congelamento estas foram transportadas acondicionadas em caixa de isopor durante 15 horas até o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da FCA/UNESP de Botucatu para que fossem avaliadas as características da carne.

#### **3.2.5. Análises laboratoriais**

As análises laboratoriais para avaliar a composição centesimal, pH final, cor, capacidade de retenção de água, força de cisalhamento e perda de peso por cozimento foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) – Botucatu.

Empregou-se uma amostra transversal, com 6 cm de largura do músculo *Longissimus dorsi* esquerdo de cada animal, na altura da 4ª vértebra lombar – 7ª vértebra lombar, para obter a composição centesimal e pH final. O teor de umidade foi obtido seguindo o método 39.1.02 da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC – (2007). Para determinar o nitrogênio total foi empregado o método de Kjeldahl-micro, 39.1.19 da AOAC (2007). A proteína bruta foi calculada em

função do teor de nitrogênio total, multiplicado pelo fator 6,25. O extrato etéreo foi determinado segundo AOAC (2007), item 39.1.05. Para obtenção da quantidade de resíduo mineral fixo utilizou-se o método recomendado pela AOAC (2007), item 39.1.09. O pH da carne foi obtido por meio de um peagâmetro de penetração (marca Hanna), mensurado 24 horas após o abate dos animais.

Para determinação da cor da carne foi empregado o sistema colorimétrico que indica diferenças de cor correspondente à sensibilidade humana. Uma porção transversal com 24 cm de largura do músculo *Longissimus dorsi* esquerdo de cada animal, na altura da 1ª vértebra torácica – 3ª vértebra lombar, foi descongelada até a temperatura de 4°C por 24 horas e expostas ao ar atmosférico por um período de 30 minutos, fazendo então a leitura na superfície de cada amostra com colorímetro Minolta Chroma Meter. Foram realizadas três leituras em diferentes pontos da amostra. Os parâmetros avaliados foram L\*, a\* e b\* do sistema CIELab, onde L\* representa a luminosidade, a\* representa intensidade de vermelho e b\* intensidade do amarelo.

Para a determinação da CRA foi utilizada a metodologia descrita por Hamm (1960), que utiliza a medição de perda de água liberada quando é aplicada uma pressão sobre o tecido muscular. Esta consistiu em colocar sob a forma de cubo amostra do músculo *Longissimus dorsi* na altura da 7ª vértebra torácica – 3ª vértebra lombar de aproximadamente 2,00g entre dois papéis de filtro circulares marca Whatman (nº2), e entre duas placas de acrílico, no qual é colocado cuidadosamente um peso de 10 kg por 5 minutos, posteriormente a amostra foi pesada novamente. A capacidade de retenção de água foi calculada pela diferença de peso da amostra e expressa em porcentagem de água exsudada em relação ao peso da amostra inicial, conforme fórmula abaixo:

$$\% \text{ CRA} = 100\% - [(\text{peso inicial} - \text{peso final}) / \text{peso inicial}] \times 100$$

Utilizou-se para determinação da força de cisalhamento e da perda de peso por cozimento uma amostra transversal do músculo *Longissimus dorsi* esquerdo de cada animal, com 24 cm de largura, na altura da 1ª vértebra torácica – 3ª vértebra lombar. Foi determinada a força de cisalhamento segundo a metodologia descrita por Savell et al. (1998), nas amostras submetidas à cocção até a temperatura interna de 71°C e cortadas em cilindros de 1,27<sup>0</sup>cm, refrigeradas (4°C por 12 horas) e avaliadas por um texturômetro modelo TA-XT 2i, marca *Stable Micro System (UK)* equipado com conjunto de lâmina Warner-Bratzler. Em cada amostra foram realizadas 5 avaliações. A

perda de peso por cozimento foi avaliada pela diferença de peso das amostras antes e depois da cocção em temperatura ambiente.

O perfil de ácidos graxos foi realizado no laboratório de Alimentos da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP na cidade de Piracicaba – SP. Para determinação do perfil de ácidos graxos utilizou-se de cada animal uma amostra transversal do músculo *Longissimus dorsi* direito, com 15 cm de largura, na altura da 11ª vértebra torácica – 7ª vértebra lombar. Para extração dos lipídeos foi utilizada a metodologia descrita por Hara e Radin (1978). Para a transesterificação dos ácidos graxos, foi empregada a metodologia proposta por Christie (1982), utilizando solução metanólica de metóxido de sódio.

As amostras transmetiladas foram analisadas em cromatógrafo a gás-líquido modelo Focus CG - Finnigan, com detector de ionização de chama, coluna capilar CP-Sil 88 (Varian), com 100 m de comprimento por 0,25 µm de diâmetro interno e 0,20 µm de espessura do filme. Foi utilizado o hidrogênio como gás de arraste, numa vazão de 1,8 mL/min. O programa de temperatura do forno inicial foi de 70°C, tempo de espera 4 min, 175°C (13°C/min) tempo de espera 27 min, 215 °C (4°C/min) tempo de espera 9 min, em seguida aumentando 7°C/min até 230°C, permanecendo por 5 min, totalizando 65 min. A temperatura do vaporizador foi de 250°C e a do detector foi de 300°C.

Uma alíquota de 1 µL do extrato esterificado foi injetada no cromatógrafo e a identificação dos ácidos graxos foi feita pela comparação dos tempos de retenção e as percentagens dos ácidos graxos foram obtidas através do *software* – *Chromquest 4.1* (Thermo Electron, Italy).

Os AG foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos. Os AG foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos.

Para realização da análise sensorial foi empregada uma porção transversal do músculo *Longissimus dorsi* direito de cada animal, com 15 cm de largura, obtida na altura da 1ª vértebra torácica – 10ª vértebra torácica. Os músculos foram descongelados por 12 horas sob refrigeração e separados por tratamentos, trabalhando-se assim com amostras compostas. Porções de 200 a 300 g de carne de cordeiro descongeladas, referentes a cada um dos tratamentos, foram cortadas e transferidas para pirex duralex,

sendo então envolvidas em papel de alumínio com a parte brilhosa voltada para o interior das amostras, objetivando-se a retenção da umidade.

Para análise do sabor as amostras foram submetidas a salga com salmoura a 10% durante 60 minutos à temperatura de 5°C, na proporção 1:1. A seguir, foram acondicionadas em papel alumínio e submetidas a aquecimento em chapa elétrica pré-aquecida por 30 minutos e regulada para 250°C. Atingida temperatura interna final de 90°C, medidas no centro geométrico com o uso de um termômetro digital (Delta OHM modelo HD 9218, Caselle di Selvazzano, Itália), foram retiradas da chapa. Cortaram-se as amostras em cubos de 3 cm<sup>3</sup>, retirando toda a gordura e eventuais pedaços queimados. A apresentação das amostras aos provadores foi feita em recipientes de aço inoxidável, aquecidas em forno elétrico de dupla resistência por 5 minutos a 100°C e servidas imediatamente aos provadores sobre chapa aquecida a 150°C, acompanhadas de água e biscoito tipo Cream Cracker.

As amostras foram colocadas em béquer de 100 mL completamente imersas em água, sendo cozidas em banho-maria a 100°C por 10 min. para análise do aroma. Os béquers codificados permaneceram cobertos com papel alumínio para assegurar perda mínima de voláteis e aroma. A seguir, foram apresentadas aos provadores nos próprios béqueres sobre chapa aquecida a 100°C.

As avaliações sensoriais foram conduzidas conforme Meilgaard et al. (1990) e Roça et al. (1988), com 10 provadores treinados (ROÇA e BONASSI, 1985), composta por 5 pessoas do sexo feminino e 5 do sexo masculino, com quatro provadores com idade entre 20 e 30 anos, quatro, entre 31 e 40 anos e dois, com idade superior a 41 anos. Tanto para a característica aroma como para sabor, foram realizadas 3 repetições por grupo de amostras, sendo que as análises sensoriais foram realizadas entre as 14:00 e 15:00 horas. Foi aplicado o teste de comparação múltipla para intensidade do aroma estranho e sabor estranho com a seguinte escala: 1 – Nenhum, 2 – Extremamente fraco, 3 – Muito fraco, 4 – Fraco, 5 – Moderadamente fraco, 6 – Moderadamente forte, 7 – Forte, 8 – Muito forte, 9 – Extremamente forte.

### **3.2.6. Análise estatística**

Os dados foram analisados utilizando o software SAS (2001). O procedimento MIXED foi utilizado para analisar o efeito fixo do tratamento sobre as variáveis, considerando cada animal uma unidade experimental. A opção LSMEANS foi utilizada para gerar as médias de tratamento individuais. Polinômios ortogonais para as respostas ao tratamento foram determinados por efeitos linear, quadrático, cúbico e quártico. Pelo fato de os efeitos quadrático, cúbico e quártico não serem significativos, eles não foram mostrados nas tabelas. Os efeitos foram considerados significativos em  $P < 0,05$ .

### **3.3. Resultados e discussão**

Rodrigues (2012) descreveu os resultados sobre desempenho dos animais nas mesmas condições experimentais e observou que os níveis de TA não afetaram o ganho médio diário, o consumo de matéria seca, a conversão alimentar, rendimento de carcaça e área de olho de lombo dos cordeiros, cujas médias foram de 0,210 kg/animal/dia; 0,875 kg/dia; 4,13 kg; 39,53% e 7,20 cm<sup>2</sup>, respectivamente. Além disso, também afirma que o coproduto pode ser incluso na dieta de cordeiros em confinamento em até 28% da MS sem causar efeito negativo no consumo, digestibilidade dos nutrientes, eficiência microbiana, desempenho animal, além de reduzir o custo de produção e melhorar a margem bruta.

Na Tabela 2 estão representadas as médias da composição centesimal da carne de ovinos em função dos níveis de torta de algodão na dieta. Não houve efeito dos níveis de TA ( $P > 0,05$ ) sobre o teor de umidade, proteína, extrato etéreo e matéria mineral.

**Tabela 2.** Composição centesimal da carne de cordeiros em função dos níveis de torta de algodão na dieta

Característica	Torta de algodão na dieta (kg/100 kg)					DP	Significância
	0	7	14	21	28		
Umidade (g/100g)	73,43	73,86	72,94	74,22	74,27	0,56	NS
Proteína (g/100g)	21,72	20,87	21,05	21,48	21,42	0,34	NS
Extrato etéreo (g/100g)	2,33	3,09	3,80	2,36	2,51	0,63	NS
Matéria mineral (g/100g)	1,17	1,19	1,17	1,20	1,13	0,03	NS

DP: Desvio padrão; NS: Não significativo

A composição centesimal da carne ovina varia com o grau de maturidade do animal e com as diferentes partes da carcaça, conforme a idade, teor de gordura e natureza da alimentação ingerida pelo animal.

A alimentação de cordeiros pode ocorrer em sistemas de pastagens ou em confinamento. No confinamento, aumentando-se os níveis de proteína e energia na dieta, eleva-se o ganho médio diário e melhora-se a eficiência alimentar. Os níveis de proteína na carcaça aumentam linearmente com o aumento de proteína na dieta, sendo que, a composição de extrato etéreo diminui. Por outro lado, níveis elevados de energia elevam a deposição de gordura, fato este que não ocorreu no presente estudo, devido ao curto período de confinamento e ao baixo peso de abate dos animais. Portanto, a composição do ganho pode ser alterada de acordo com o regime alimentar. Dietas ricas em concentrados aumentam os teores de gordura na carcaça, principalmente quando os cordeiros são abatidos com pesos elevados.

A carne de cordeiros possui em média 73 a 75% de umidade, 19 a 22% de proteínas, 3 a 4% de extrato etéreo, e 1,0 a 1,3% de matéria mineral (PRATA, 1999; MADRUGA et al., 2008; MACEDO et al., 2008; GRANDE et al., 2009; LEÃO et al., 2011), observando-se que os percentuais do presente estudo estão dentro ou muito próximos das faixas citadas para carne de cordeiros. Os dados desta pesquisa também estão de acordo com os dados reportados por Madruga et al. (2008), que ao estudarem o efeito da inclusão de quatro níveis diferentes (0, 20, 30 e 40%) de caroço de algodão integral na dieta sobre a composição química da carne de cordeiros, observaram que estes níveis não afetaram a composição centesimal da carne ovina.

Apesar dos animais envolvidos neste estudo serem mestiços, os mesmos apresentavam muitas características da raça Santa Inês e, provavelmente devido a este fator, não foi verificada diferença significativa na composição centesimal da carne destes animais. Entretanto, Batista et al. (2010), investigando a influência do genótipo e da concentração energética da dieta na qualidade química da carne ovina, utilizando animais da raça Morada Nova, Santa Inês e mestiços Santa Inês x Dorper submetidos a duas dietas com concentrações energéticas diferentes, concluíram que o genótipo influenciou a composição química, uma vez que os animais da raça Morada Nova apresentaram o maior teor de umidade e os mestiços, o maior percentual de proteína.

Em outro estudo, Peixoto et al. (2011), estudando a influência de diferentes genótipos sobre a composição centesimal da carne de cordeiros meio sangue obtidos por cruzamento entre animais mestiços com Dorper, Santa Inês e Somalis, não observaram diferença nos percentuais de proteínas, lipídios e matéria mineral, mas o teor de umidade foi influenciado pelos genótipos, onde os cordeiros mestiços  $\frac{1}{2}$  Somalis x  $\frac{1}{2}$  SRD apresentaram médias superiores aos outros grupamentos genéticos.

Bonagurio (2004), estudando o efeito do peso de abate sobre a composição centesimal de animais da raça Santa Inês e cruzas Santa Inês x Texel, encontrou que a matéria mineral e a umidade diminuíram com o peso de abate (variações de 74,31 a 76,09%), e o extrato etéreo aumentou (variações de 3 a 14%). Resultados semelhantes foram encontrados por Perez et al. (2002) que avaliando o efeito do peso ao abate sobre a composição centesimal do *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês e Bergamácia com 15; 25; 35 e 45 kg, registraram com o aumento do peso ao abate diminuição dos teores de umidade com variações entre 72,90 a 76,90%. Diferenças estas que não foram observadas nesta pesquisa, pois os pesos de abate dos cordeiros foram muito próximos.

Algumas pesquisas reportam diferenças significativas na composição centesimal da carne ovina, quando a dieta fornecida apresenta variações nos percentuais de lipídios e/ou proteínas. Zeola et al. (2004) estudando a composição química do músculo *Semimembranosus* de cordeiros Morada Nova submetidos a dietas com diferentes níveis de concentrado (30%, 45% e 60%), concluíram que estes níveis não influenciaram ( $P > 0,05$ ) o teor de umidade, gordura e matéria mineral, com valores médios de 75,60%, 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,

evidenciando que os níveis de concentrado influenciaram ( $P < 0,05$ ) esta deposição. Influência esta que não foi observada na presente pesquisa, pois as dietas foram formuladas para serem isoprotéicas.

Fernandes et al. (2009) avaliaram a composição tecidual do lombo de cordeiros terminados a pasto de azevém com níveis diários de suplementação concentrada (0, 1 e 2% do PV e *ad libitum*) e observaram que o fornecimento de concentrado aumentou a deposição de gordura na carcaça sem afetar a qualidade da carne para consumo humano, considerando-se o perfil de ácidos graxos. Os autores afirmam também que com o maior nível de suplementação é possível obterem-se carcaças com maior deposição de gordura intermuscular e total (subcutânea + intermuscular), pois, a cada aumento de uma unidade percentual no nível de suplementação, houve acréscimo de 15,46 g de gordura intermuscular, 20,81 g de gordura total e 2,02% no percentual de gordura.

Dietas ricas em concentrado produzem carne com maior teor de gordura, aumentando a suculência e a maciez da mesma, quando os cordeiros são abatidos com pesos elevados. O fato de neste trabalho não se ter observado diferenças para a composição centesimal da carne ovina, em especial para o teor de lipídios, provavelmente resultou do curto período de confinamento (74 dias) e dos pesos de abate ( $30,43 \pm 2,52$  kg), os quais não foram suficientes para ocorrer uma deposição de gordura, especialmente a gordura intramuscular (marmoreio), mostrando que os ovinos não atingiram a maturidade fisiológica.

Costa et al. (2009a), avaliando a composição centesimal da carne de cordeiros Dorper x SRD e Santa Inês x SRD, terminados na pastagem e em confinamento, observaram que o teor de umidade tende a diminuir com o aumento do peso, enquanto o teor de proteína, matéria mineral e gordura tende a aumentar. Efeito semelhante foi observado por Bressan et al. (2001), avaliando a composição centesimal do *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês e Bergamácia com 15, 25, 35 e 45 kg que verificou um aumento no teor de proteína com o avanço do peso ao abate.

Em contrapartida, Rebello (2003) enfatiza que os animais mais leves possuem maior teor de umidade e maior quantidade de músculo e, conseqüentemente, esses animais possuem maiores teores de matéria mineral do que os animais mais pesados, que possuem mais gordura.

Santello et al. (2009) avaliou a composição tecidual do lombo de cordeiros terminados em pastagem de coastcross (*Cynodon dactylon*) e confinamento. Os cordeiros confinados apresentaram mais ( $P < 0,05$ ) gordura (12,95%) comparativamente aos da pastagem (9,29%). Resultados semelhantes foram encontrados por Murphy et al. (1994) que estudaram o efeito de três sistemas de terminação sobre a composição tecidual da carcaça de cordeiros abatidos com 48 kg. Os seguintes sistemas foram comparados: 1) cordeiros em pastagem de alfafa; 2) cordeiros confinados recebendo dieta 100% a base de concentrado; 3) cordeiros em pastagem de azevém por 42 dias e depois confinado com dieta 100% a base de concentrado. Os autores concluíram que cordeiros terminados com 100% de concentrado e cordeiros em pastagem de azevém mais concentrados apresentaram peso semelhante de gordura total, com valores respectivos de 1,027 kg e 1,068 kg, e superior ( $P < 0,05$ ) a de cordeiros terminados em alfafa, que foi de 0,797 kg. Ou seja, cordeiros terminados em pastagem de alfafa apresentaram 0,205 kg a menos ( $P < 0,05$ ) de gordura na perna que cordeiros que receberam concentrado durante o período de terminação.

No entanto, outros trabalhos, como de Bonacina et al. (2011) avaliando o efeito do sexo e do sistema de terminação de cordeiros Texel x Corriedale, utilizando 45 machos não-castrados e 45 fêmeas, mantidos em pastagem com a mãe até o desmame (70 dias) e terminados em três sistemas de produção (apenas pastagem; mantidos na pastagem com a mãe e pastagem com suplementação – casca de soja em nível correspondente a 1% do PV), observaram que as carnes das fêmeas e dos cordeiros terminados em pastagem apresentaram maior teor de gordura e menor umidade, diferindo significativamente ( $P < 0,05$ ) dos demais sistemas de terminação.

Na tabela 3 observam-se as médias do perfil dos AG da carne de ovinos mestiços em função dos níveis de torta de algodão na dieta. Foram pesquisados 55 AG, sendo que os AGS, butírico ( $C_{4:0}$ ), caprótico ( $C_{6:0}$ ), caprílico ( $C_{8:0}$ ), otusílico ( $C_{10:1}$ ), undecanóico ( $C_{11:0}$ ), *iso*-tridecanóico ( $C_{13:0}$  *ISO*), *anteiso*-tridecanóico ( $C_{13:0}$  *ANTEISO*), os AGMI, lauroléico ( $C_{12:1}$ ), pentadecenóico ( $C_{15:1}$ ) e os AGPI, eicosatrienóico ( $C_{20:3}$   $n_3$ ) e docosadienóico ( $C_{22:2}$ ) não foram detectados em nenhum dos tratamentos.

Dentre os 44 identificados, 18 são AGS, 14 são AGMI e 12 AGPI, onde o AG presente em maior quantidade foi o monoinsaturado oléico ( $C_{18:1}$  *cis9*), seguido dos saturados, palmítico ( $C_{16:0}$ ) e esteárico ( $C_{18:0}$ ) e do poliinsaturado linoléico ( $C_{18:2}$  *cis9 cis12*)

com médias de 40,12; 22,74, 17,64 e 5,92%, respectivamente, os quais representaram 86,42% dos ácidos graxos identificados.

Os dados estão de acordo com o reportado por Madruga et al. (2006), que investigando a interferência da dieta na qualidade da carne de cordeiros Santa Inês, encontraram a maior área (%) para o C<sub>18:1</sub>, seguido do C<sub>16:0</sub>, C<sub>18:0</sub> e C<sub>18:2</sub>. Estes mesmos pesquisadores relataram que os valores para os referidos ácidos graxos, foram de 32,75, 19,98, 16,61 e 12,73%, respectivamente, portanto, pouco menores que o presente estudo, com exceção do ácido linoléico. Os resultados encontrados por Yamamoto et al. (2007), trabalhando com cordeiros terminados em confinamento, onde relataram que os AG encontrados em maior concentração no músculo *Longissimus dorsi* foram: oléico (C<sub>18:1n-9c</sub>), com 41,46%; palmítico (C<sub>16:0</sub>), com 25,93%; esteárico (C<sub>18:0</sub>), com 19,75% e linoléico (C<sub>18:2n-6</sub>), com 2,96%, estão mais próximos dos valores encontrados nesta pesquisa. Em todos os tratamentos houve predominância do ácido graxo oléico, seguido do palmítico, esteárico e linoléico, sendo que essa concentração elevada já foi descrita também por outros autores (ZAPATA et al., 2003; ROSALES, 2003).

**Tabela 3.** Médias do perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros em função dos níveis de torta de algodão na dieta.

Característica	Torta de algodão na dieta (kg/100 kg)					DP	Significância
	0	7	14	21	28		
C <sub>4:0</sub> (Butírico)	0	0	0	0	0	0,00	NS
C <sub>6:0</sub> (Capróico)	0	0	0	0	0	0,00	NS
C <sub>8:0</sub> (Caprílico)	0	0	0	0	0	0,00	NS
C <sub>10:0</sub> (Cáprico)	0,134	0,096	0,104	0,128	0,138	0,02	NS
C <sub>10:1</sub> (Otusílico)	0	0	0	0	0	0,00	NS
C <sub>11:0</sub> (Undecanóico)	0	0	0	0	0	0,00	NS
C <sub>12:0</sub> (Láurico)	0,058	0,044	0,054	0,062	0,068	0,01	NS
C <sub>13:0 ISO</sub> (Iso-Tridecanóico)	0	0	0	0	0	0,00	NS
C <sub>13:0 ANTEISO</sub> (Anteiso-Tridecanóico)	0	0	0	0	0	0,00	NS
C <sub>12:1</sub> (Laurooléico)	0	0	0	0	0	0,00	NS
C <sub>13:0</sub> (Tridecanóico)	0	0,002	0	0,006	0,004	0,00	NS
C <sub>14:0 ISO</sub> (Iso-Tetradecanóico) <sup>1</sup>	0,001	0,012	0,018	0,028	0,028	0,01	*
C <sub>14:0</sub> (Mirístico)	1,888	1,936	1,922	1,73	1,874	0,08	NS

C <sub>15:0</sub> ISO ( <i>Iso</i> - Pentadecanóico) <sup>2</sup>	0,048	0,076	0,07	0,082	0,1	0,02	*
C <sub>15:0</sub> ANTEISO ( <i>Anteiso</i> - Pentadecanóico) <sup>3</sup>	0,064	0,096	0,1	0,106	0,126	0,02	*
C <sub>14:1 c9</sub> (Miristoléico)	0,326	0,314	0,254	0,338	0,38	0,05	NS
C <sub>15:0</sub> (Pentadecanóico)	0,166	0,192	0,198	0,194	0,22	0,02	NS
C <sub>16:0</sub> ISO ( <i>Iso</i> - Hexadecanóico) <sup>4</sup>	0,066	0,088	0,108	0,168	0,17	0,05	*
C <sub>15:1</sub> (Pentadecenóico)	0	0	0	0	0	0,00	NS
C <sub>16:0</sub> (Palmítico)	24,01	22,672	22,956	21,782	22,314	0,83	NS
C <sub>17:0</sub> ISO ( <i>Iso</i> - Heptadecanóico) <sup>5</sup>	0,022	0,024	0,032	0,03	0,036	0,01	*
C <sub>16:1 c9</sub> (Palmitoléico)	1,908	1,79	1,582	1,174	1,43	0,29	NS
C <sub>17:0</sub> (Margárico)	0,722	0,736	0,762	0,736	0,78	0,02	NS
C <sub>17:1</sub> (Heptadecenóico)	0,444	0,392	0,364	0,324	0,314	0,05	NS
C <sub>18:0</sub> (Esteárico) <sup>6</sup>	14,698	16,296	17,582	19,446	20,22	2,26	*
C <sub>18:1 t6-t7-t8-t9</sub> (t6-t9- Octadecenóico)	0,144	0,156	0,292	0,324	0,212	0,08	NS
C <sub>18:1 t10-t11-t12</sub> (t10- t12-Octadecenóico)	1,14	1,068	1,56	1,704	1,714	0,31	NS
C <sub>18:1 c9</sub> (Oléico) <sup>7</sup>	44,772	43,924	39,018	35,802	37,088	4,04	*
C <sub>18:1 c11</sub> (c11- Octadecenóico) <sup>8</sup>	1,03	0,91	0,922	0,88	0,764	0,10	*
C <sub>18:1 c12</sub> (c12- Octadecenóico)	0,15	0,228	0,422	0,352	0,472	0,13	NS
C <sub>18:1 c13</sub> (c13- Octadecenóico)	0,066	0,07	0,068	0,058	0,038	0,01	NS
C <sub>18:1 t16</sub> (t16- Octadecenóico)	0,05	0,026	0,022	0,018	0,022	0,01	NS
C <sub>18:1 c15</sub> (c15- Octadecenóico)	0,06	0,044	0,046	0,054	0,054	0,01	NS
C <sub>18:2 t11 c15</sub> (t11-c15- Octadecadenóico) – CLA	0,108	0,126	0,148	0,12	0,144	0,02	NS
C <sub>18:2 C9 C12</sub> (Linoléico)	3,994	4,506	6,3	8,122	6,72	1,68	NS
C <sub>20:0</sub> (Araquídico)	0,088	0,118	0,108	0,112	0,12	0,01	NS
C <sub>18:3 n6</sub> ( $\gamma$ - Linolênico)	0,076	0,076	0,096	0,104	0,084	0,01	NS
C <sub>18:3 n3</sub> ( $\alpha$ - Linolênico)	0,176	0,218	0,208	0,196	0,19	0,02	NS
C <sub>20:1</sub> (Gadoléico)	0,064	0,03	0,08	0,072	0,046	0,02	NS

C <sub>18:2 c9 t11</sub> (c9-t11-Octadecadenóico) – CLA	0,37	0,336	0,43	0,408	0,412	0,04	NS
C <sub>18:2 t10 c12</sub> (t10-c12-Octadecadenóico) – CLA	0,002	0,01	0,008	0,01	0,012	0,00	NS
C <sub>21:0</sub> (Heneicosanóico)	0	0	0,002	0	0,004	0,00	NS
C <sub>20:2</sub> (Eicosadienóico) <sup>9</sup>	0,026	0,03	0,044	0,054	0,046	0,01	*
C <sub>22:0</sub> (Behênico)	0,116	0,138	0,192	0,228	0,166	0,04	NS
C <sub>20:3 n6</sub> (γ-Eicosatrienóico)	0,006	0,002	0,006	0,006	0,004	0,00	NS
C <sub>22:1</sub> (Erúcico)	0	0	0,002	0	0	0,00	NS
C <sub>20:3 n3</sub> (α-Eicosatrienóico)	0	0	0	0	0	0,00	NS
C <sub>20:4</sub> (Araquidônico)	1,748	1,614	2,266	2,996	2,088	0,54	NS
C <sub>23:0</sub> (Tricosanóico)	0,002	0,002	0	0,002	0,002	0,00	NS
C <sub>22:2</sub> (Docosadienóico)	0	0	0	0	0	0,00	NS
C <sub>20:5</sub> (Eicosapentanóico)	0,064	0,06	0,082	0,08	0,062	0,01	NS
C <sub>24:0</sub> (Lignocérico)	0	0,004	0,002	0,004	0,002	0,00	NS
C <sub>24:1</sub> (Nervônico)	0,078	0	0,09	0,14	0	0,06	NS
C <sub>22:5</sub> (Docosapentanóico)	0,174	0,175	0,237	0,231	0,198	0,03	NS
C <sub>22:6</sub> (Docosahexanóico)	0,036	0,028	0,04	0,048	0,04	0,01	NS
Não identificáveis	0,903	1,351	1,23	1,565	1,128	0,25	NS

DP: Desvio padrão; NS: Não significativo; t - trans; c - cis;

\* Efeito Significativo (p<0,05)

$$^1\hat{Y}=0,007x + 0,0088TA \text{ (R}^2=0,923\text{)}$$

$$^2\hat{Y}=0,0016x + 0,0532TA \text{ (R}^2=0,846\text{)}$$

$$^3\hat{Y}=0,0019x + 0,0716TA \text{ (R}^2=0,892\text{)}$$

$$^4\hat{Y}=0,0041x + 0,0624TA \text{ (R}^2=0,933\text{)}$$

$$^5\hat{Y}=0,0005x + 0,0220TA \text{ (R}^2=0,870\text{)}$$

$$^6\hat{Y}=0,2028x + 14,8096TA \text{ (R}^2=0,988\text{)}$$

$$^7\hat{Y}=-0,3356x + 44,8188TA \text{ (R}^2=0,846\text{)}$$

$$^8\hat{Y}=-0,0080x + 1,0136TA \text{ (R}^2=0,868\text{)}$$

$$^9\hat{Y}=0,0009x + 0,0272 \text{ (R}^2=0,752\text{)}$$

Observando os dados da tabela acima, verifica-se que os AGS, cáprico (C<sub>10:0</sub>), láurico (C<sub>12:0</sub>), tridecanóico (C<sub>13:0</sub>), pentadecanóico (C<sub>15:0</sub>), margárico (C<sub>17:0</sub>), araquídico (C<sub>20:0</sub>), behênico (C<sub>22:0</sub>), tricosanóico (C<sub>23:0</sub>), lignocérico (C<sub>24:0</sub>), os AGMI, miristoléico (C<sub>14:1 cis9</sub>), heptadecenóico (C<sub>17:1</sub>), t6-t9-octadecenóico (C<sub>18:1 t6-t7-t8-t9</sub>), c13-octadecenóico (C<sub>18:1 c13</sub>), t16-octadecenóico (C<sub>18:1 t16</sub>), c15-octadecenóico (C<sub>18:1 c15</sub>), gadoléico (C<sub>20:1</sub>), erúcico (C<sub>22:1</sub>) e os AGPI, t11-c15-octadecadenóico (C<sub>18:2 t11 c15</sub>), γ-linolênico (C<sub>18:3 n6</sub>), α-linolênico (C<sub>18:3 n3</sub>), c9-t11-octadecadenóico (C<sub>18:2 c9 t11</sub>), t10-c12-octadecadenóico

(C<sub>18:2 t10 c12</sub>), eicosatrienóico (C<sub>20:3 n6</sub>), eicosapentanóico (C<sub>20:5</sub>), docosapentanóico (C<sub>22:5</sub>) e docosahexanóico (C<sub>22:6</sub>), foram quantificados em pequenas proporções (<1%) e juntamente com os AGS, mirístico (C<sub>14:0</sub>) e palmítico (C<sub>16:0</sub>), os AGMI, palmitoléico (C<sub>16:1 c9</sub>) e t10-t12-octadecenóico (C<sub>18:1 t10-t11-t12</sub>) e os AGPI, c9-c12-octadecadenóico (C<sub>18:2 c9 c12</sub>) e araquidônico (C<sub>20:4</sub>), não sofreram efeito (P>0,05) dos diferentes níveis de torta de algodão na dieta.

Com o acréscimo da torta de algodão na dieta nota-se aumento linear (P<0,05) do teor dos AGS, *iso*-tetradecanóico (C<sub>14:0 ISO</sub>), *iso*-pentadecanóico (C<sub>15:0 ISO</sub>), *anteiso*-pentadecanóico (C<sub>15:0 ANTEISO</sub>), *iso*-hexadecanóico (C<sub>16:0 ISO</sub>), *iso*-heptadecanóico (C<sub>17:0 ISO</sub>), esteárico (C<sub>18:0</sub>), do AGMI, c-12-octadecenóico (C<sub>18:1 c12</sub>) e do AGPI, eicosadienóico (C<sub>20:2</sub>), como pode-se observar nas figuras 1 a 8.

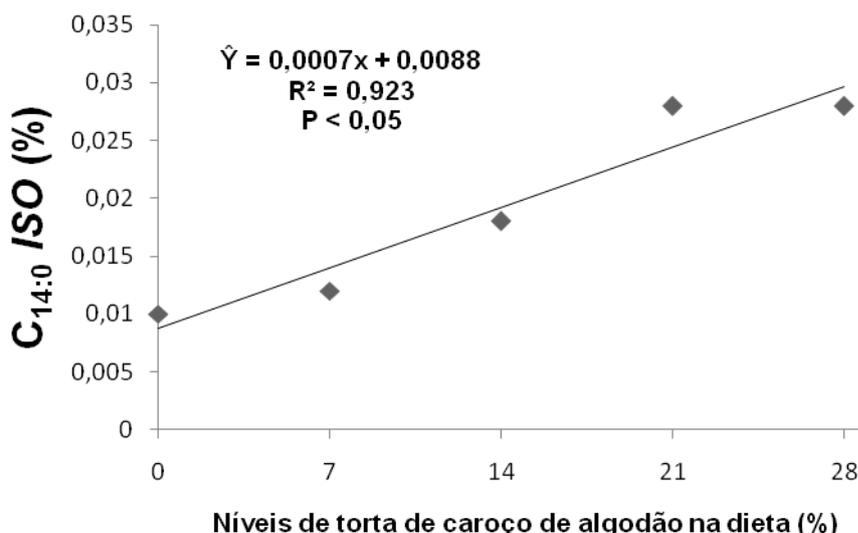


Figura 1: Teor de ácido iso-tetradecanóico (C<sub>14:0 ISO</sub>) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão.

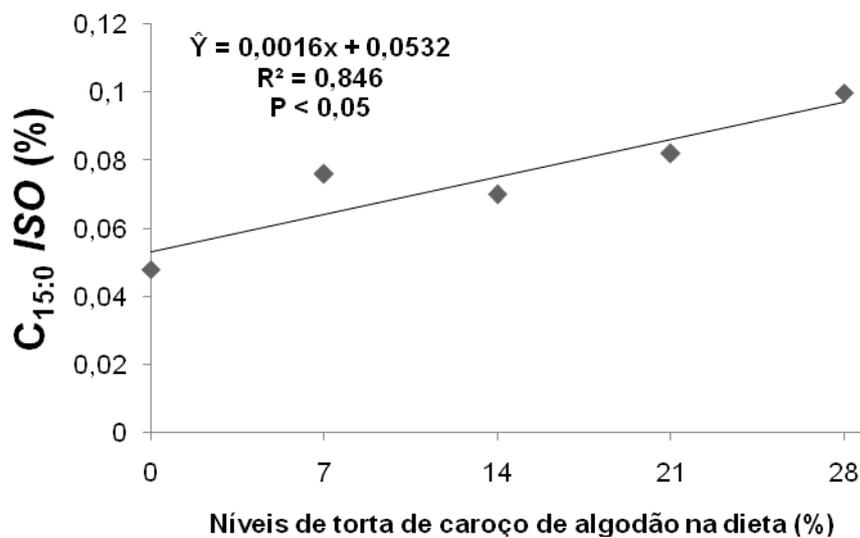


Figura 2: Teor de ácido *iso*-pentadecanóico ( $C_{15:0} \text{ ISO}$ ) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão.

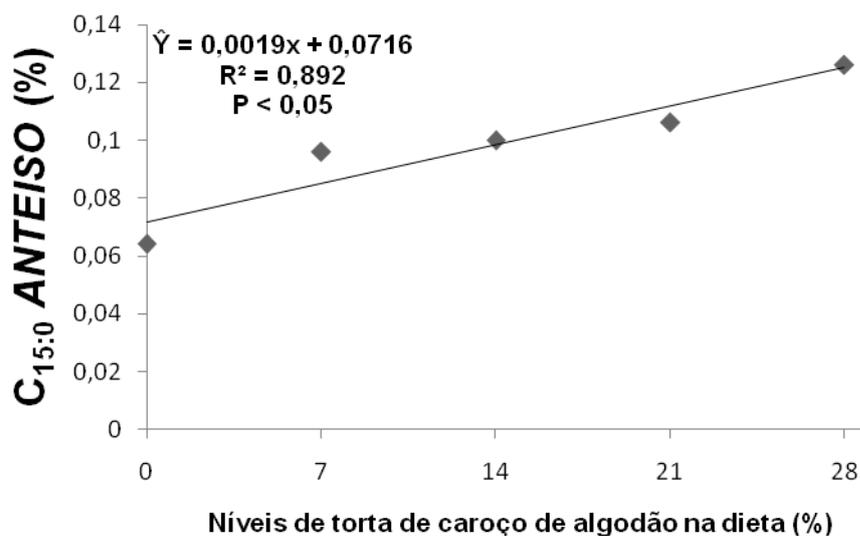


Figura 3: Teor de ácido *anteiso*-pentadecanóico ( $C_{15:0} \text{ ANTEISO}$ ) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão.

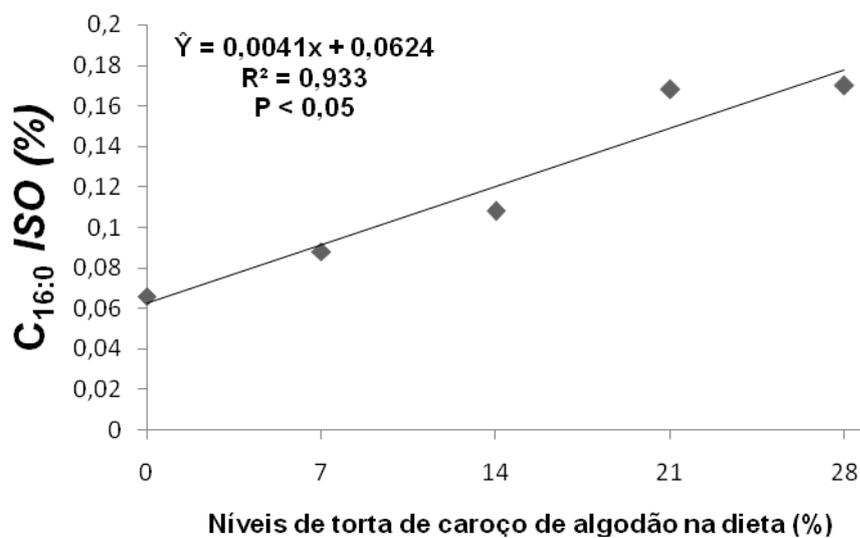


Figura 4: Teor de ácido *iso*-hexadecanóico ( $C_{16:0\ ISO}$ ) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão.

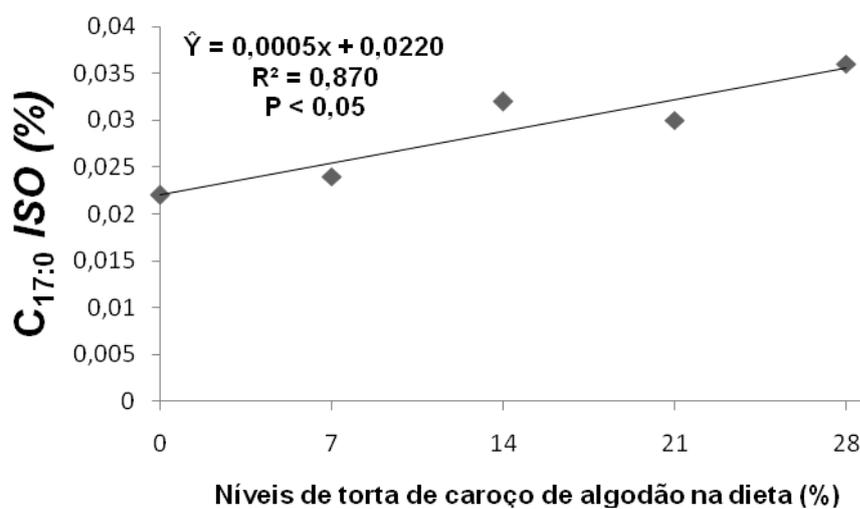


Figura 5: Teor de ácido *iso*-heptadecanóico ( $C_{17:0\ ISO}$ ) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão.

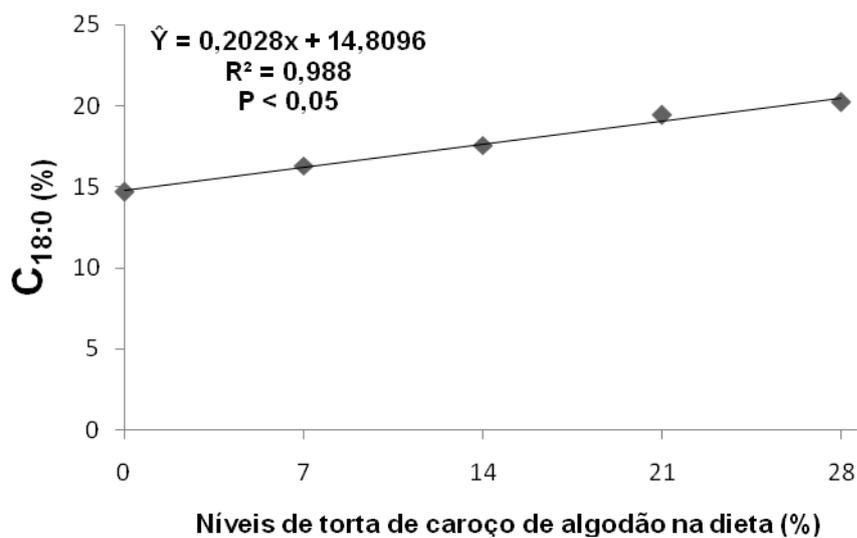


Figura 6: Teor de ácido esteárico ( $C_{18:0}$ ) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão.

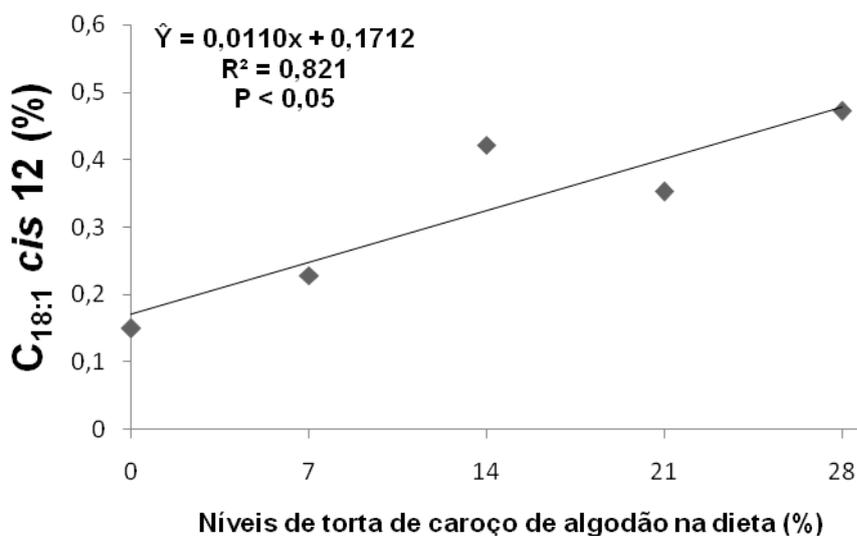


Figura 7: Teor de ácido c-12-octadecenóico ( $C_{18:1 \text{ cis } 12}$ ) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão.

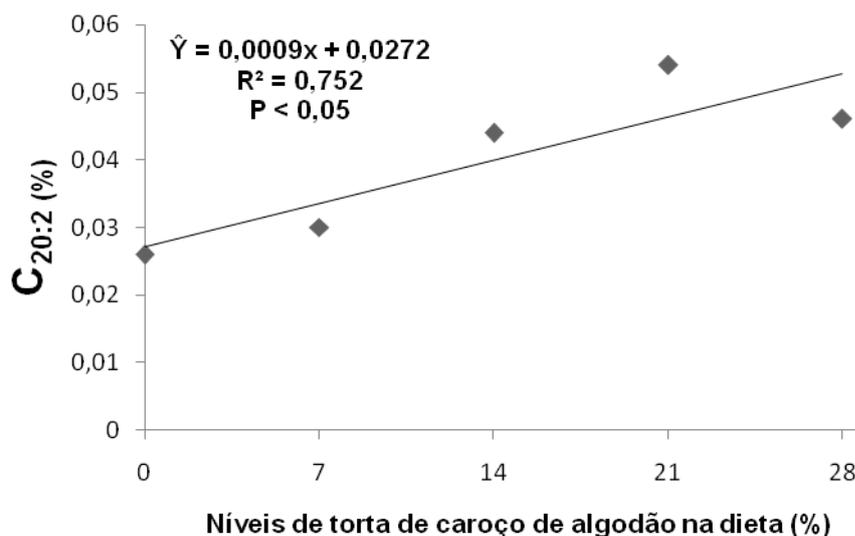


Figura 8: Teor de ácido eicosadienóico ( $C_{20:2}$ ) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão.

No entanto, a quantidade dos AGMI, oléico ( $C_{18:1 \ c9}$ ) e c11-octadecenóico ( $C_{18:1 \ c11}$ ) foi reduzida ( $P < 0,05$ ) com a inclusão da torta de algodão na dieta dos cordeiros (Figuras 9 e 10).

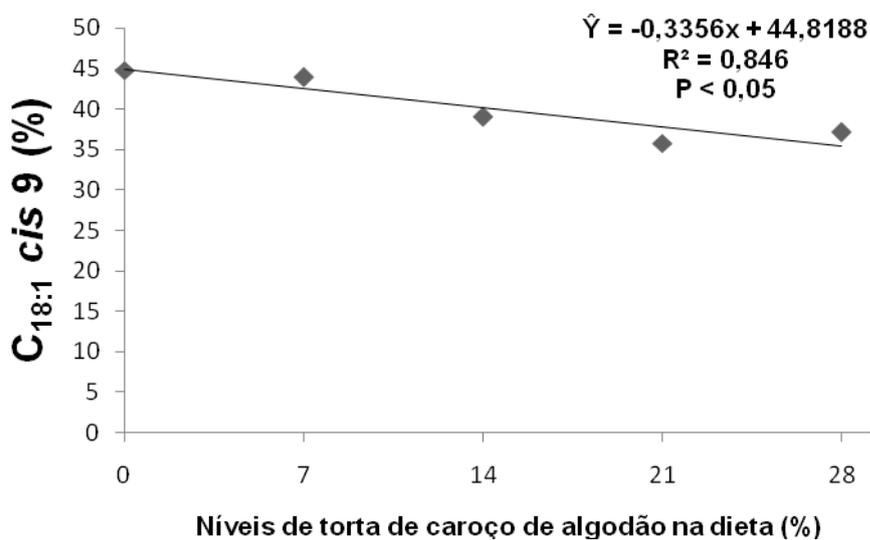


Figura 9: Teor de ácido oléico ( $C_{18:1 \ c9}$ ) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão.

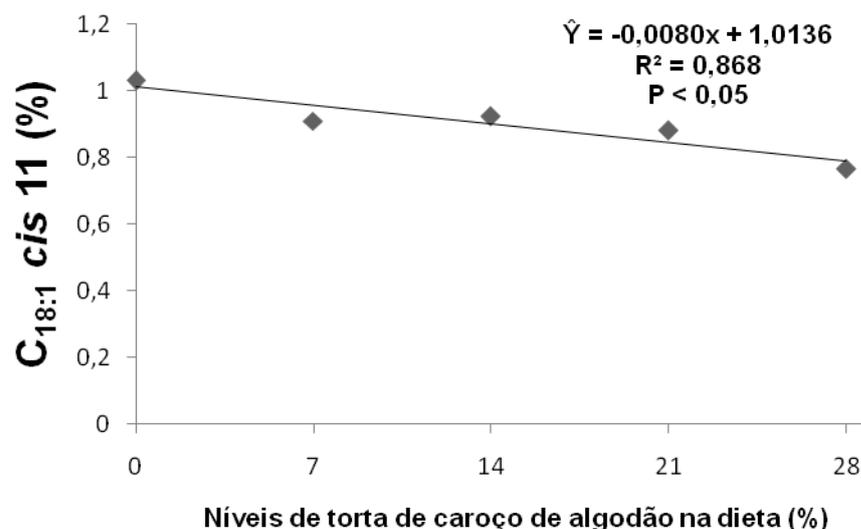


Figura 10: Teor de ácido c11-octadecenóico (C<sub>18:1 c11</sub>) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão.

Segundo Graziola (2002), alguns ácidos graxos saturados de cadeia média se volatilizam com facilidade em pH mais baixo, o que pode ocorrer durante a própria queda do pH *post mortem*. Tal fato pode ter ocorrido na detecção dos ácidos saturados, que não foram detectados pelas técnicas de extração e determinação utilizadas.

O mesmo autor acima mencionado, afirma também que o ácido butírico (C<sub>4:0</sub>) tem sido considerado como um importante componente do “flavour”, contribuindo para aromas de ranço. Considerando o ácido graxo de cadeia curta C<sub>4:0</sub>, observa-se que no presente trabalho o mesmo não foi identificado, sugerindo que não influenciou na qualidade sensorial da carne.

Dietas ricas em concentrado tendem a aumentar os níveis de ácidos graxos de cadeia ímpar, devido à maior produção de propionato (GRAZIOLA, 2002). Apesar de ter trabalhado com dietas isoprotéicas na presente pesquisa, observou-se aumento linear dos ácidos graxos C<sub>15:0 ISO</sub>, C<sub>15:0 ANTEISO</sub> e C<sub>17:0 ISO</sub>.

Os ácidos graxos láurico (C<sub>12:0</sub>), mirístico (C<sub>14:0</sub>) e palmítico (C<sub>16:0</sub>) exercem forte influência sobre a saúde humana, pois fazem parte do grupo de ácidos de cadeia saturada que promovem efeito hipercolesterolêmico, em especial da lipoproteína de baixa densidade (LDL – colesterol) (FARFAN, 1996). O ácido graxo C<sub>12:0</sub> não foi detectado neste trabalho, enquanto a concentração dos outros dois ácidos graxos considerados hipercolesterolêmicos, C<sub>14:0</sub> e C<sub>16:0</sub>, não foi influenciada (P>0,05) pelos

níveis crescentes de torta de algodão na dieta. Em compensação, o ácido esteárico (C<sub>18:0</sub>), considerado neutro com relação à concentração de colesterol endógeno (PEREZ, et al., 2002), aumentou linearmente (P<0,05) com a adição do caroço de algodão. Monteiro (1998), afirma que o ácido graxo C<sub>18:0</sub> é classificado como não aterogênico, ao contrário de outros ácidos graxos saturados, sendo que a elevação do teor deste ácido graxo, não pode ser considerada com um fator prejudicial a saúde humana.

De acordo com French et al. (2003) o ácido graxo com maior responsabilidade pela elevação do colesterol sérico é o mirístico (C<sub>14:0</sub>), seguido do palmítico (C<sub>16:0</sub>). Estes ácidos graxos não foram influenciados pelos tratamentos no presente trabalho, entretanto, o ácido palmítico apresentou elevados teores em todos os tratamentos, sendo o segundo ácido graxo de maior ocorrência, com média de 22,74%, enquanto o ácido esteárico (C<sub>18:0</sub>), que não exerce influência nos níveis sanguíneos de colesterol, foi influenciado (P<0,05) através do aumento linear com a adição da torta de algodão na dieta e apresentou a terceira maior concentração (17,64%). Madruga et al. (2005), encontraram valores médios de C<sub>16:0</sub>, variando entre 22,08 % a 24,80 %, ao estudarem a qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados em diferentes dietas, valores esses próximos aos da presente pesquisa.

Convém salientar que o ácido palmítico depositado na carcaça de ruminantes deve, em grande parte, ser oriundo da lipogênese corporal, usando precursores (ácido acético e butírico) oriundos da fermentação ruminal de carboidratos. Já o ácido oléico tem origem dietética direta, pela absorção intestinal deste ácido graxo, enquanto o ácido esteárico é resultado da biohidrogenação ruminal do ácido linoléico (FRENCH, et al., 2003).

Felton e Kerley (2004) analisaram o perfil de ácidos graxos de bovinos alimentados com dietas tradicionais, à base de farelo de soja e milho, e dietas com altos níveis de lipídeos. Os autores verificaram que no músculo dos animais que receberam maiores teores de lipídeos continham menores concentrações dos ácidos mirístico (C<sub>14:0</sub>) e palmítico (C<sub>16:0</sub>). Entretanto, Costa (2009b) verificou que a dieta com alta concentração de lipídio não alterou o teor dos ácidos graxos C<sub>14:0</sub>, C<sub>14:0 ISO</sub>, C<sub>16:0</sub> e C<sub>16:0 ISO</sub>.

Madruga et al. (2008) ao analisarem o efeito de dietas com diferentes níveis de caroço de algodão integral (0, 20, 30 e 40%) sobre o perfil de ácidos graxos da carne de

cordeiros Santa Inês, observaram que o ácido esteárico não foi influenciado pela dieta, entretanto, houve diferença entre os percentuais dos ácidos graxos mirístico e palmítico, onde este último foi mais elevado na dieta adicionada com 30% de CAI e, provavelmente, aquele com níveis séricos de colesterol mais elevados.

No entanto, Fernandes et al. (2010), avaliando quatro sistemas de terminação - 1) cordeiros desmamados com média de 40 dias e mantidos em pasto de azevém até o abate; 2) cordeiros com suas mães na mesma pastagem até o abate; 3) idem ao 2), porém com suplementação diária a 1% do PV em *creep feeding*; 4) cordeiros desmamados aos 40 dias e confinados, recebendo silagem de milho e concentrado *ad libitum* - observaram que o ácido C<sub>18:0</sub> foi influenciado pela dieta, onde os cordeiros terminados ao pé das mães sem suplementação apresentaram maiores percentuais de ácido esteárico que os desmamados. Concordando com este resultado, Preston et al. (1989) indicaram que a alimentação de bovinos com caroço de algodão aumentou o teor de C<sub>18:0</sub> na gordura subcutânea. Resultado semelhante ao obtido no presente estudo, o qual foi analisado a carne dos ovinos.

O ácido oléico (C<sub>18:1 c9</sub>) foi o ácido que apresentou maior concentração na carne dos cordeiros e apresentou decréscimo linear ( $P < 0,05$ ) com a adição da torta de algodão na dieta. Segundo Bananome e Grundy (1988), as dietas com alta quantidade de ácido oléico proporcionam diminuição de 10% do colesterol total plasmático e 15% na fração LDL do colesterol, em comparação com uma dieta rica em ácido graxo palmítico (C<sub>16:0</sub>).

Os AGMI podem ser adquiridos através da dieta, no entanto, alguns ácidos graxos são dessaturados no organismo, tendo como precursores os ácidos graxos palmítico e esteárico, que produzem, respectivamente, os ácidos graxos palmitoleico (C<sub>16:1n-7</sub>) e oléico (C<sub>18:1n-9</sub>), através da introdução de uma dupla ligação *cis* entre o carbono 9 e 10 por uma reação oxidativa, catalisada pela acil-COA dessaturase (VISENTAINER et al., 2003).

De acordo com Madruga (2004), o ácido graxo C<sub>18:1 c9</sub> diminui o nível de colesterol sanguíneo. Nutricionalmente observou-se que os animais do grupo adicionado de 28% de torta de algodão foram os que apresentaram as maiores concentrações em termos absolutos de AGS. Além disso, ainda apresentaram o segundo menor valor percentual de ácido oléico, apresentando tendência provável de possuírem

um elevado teor de colesterol sérico, e conseqüentemente, contribuindo para uma diminuição da qualidade desta carne.

A inclusão da torta de algodão não influenciou a maioria dos isômeros do ácido octadecenóico ( $C_{18:1}$ ), mas para o ácido graxo c-12-octadecenóico ( $C_{18:1 \text{ cis}12}$ ) ocorreu aumento linear ( $P < 0,05$ ) e para concentração do ácido c11-octadecenóico ( $C_{18:1 \text{ cis}11}$ ), decréscimo linear ( $P < 0,05$ ). Costa et al. (2013), investigando o efeito da adição de diferentes níveis de caroço de algodão (0, 14,35, 27,51 e 34,09 kg/100 kg) na dieta de bovinos Nelore sobre as características da carne, não encontraram efeito da dieta com caroço de algodão para a maioria dos isômeros do ácido ( $C_{18:1}$ ), com exceção do ácido graxo  $C_{18:1 \text{ trans } 10 - \text{trans } 11}$  e oléico ( $C_{18:1 \text{ cis } 9}$ ), onde o primeiro aumentou e o último diminuiu. Os autores também afirmaram que o caroço de algodão mantém a rota de biohidrogenação favorável ao acúmulo de  $C_{18:1 \text{ trans } 10 - \text{trans } 11}$  como o principal ácido graxo  $C_{18:1 \text{ trans}}$  no rúmen, o que não foi observado na presente pesquisa.

Os valores do ácido linolênico ( $C_{18:3}$ ), representado pelos ácidos graxos  $\gamma$ -linolênico ( $C_{18:3 \text{ n}6}$ ) e  $\alpha$ -linolênico ( $C_{18:3 \text{ n}3}$ ) encontrados nesta pesquisa, foram de 0,25% a 0,3%, sendo que o mesmo não sofreu influência ( $P > 0,05$ ) da dieta. Os resultados deste trabalho são similares aos relatados por Perez et al. (2002), que observaram valores variando entre 0,21% a 0,43% para  $C_{18:3}$ , ao estudarem o efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia. No entanto, Madruga et al. (2005) reportaram valores superiores, que variaram de 0,33% a 1,32% para o  $C_{18:3}$ .

O resultado da presente pesquisa está em concordância com o observado por Huerta-Leidenz et al. (1991), que verificaram que a concentração de  $C_{18:3}$  não acompanhou o acréscimo de caroço de algodão na dieta. Ao contrário disso, Madruga et al. (2008), estudando dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês, observaram que houve diferença entre os percentuais do ácido graxo  $C_{18:3}$ , onde na dieta com inclusão de 40% de CAI, observou-se maior concentração deste ácido graxo.

A dieta com níveis crescentes de torta de algodão, rica em lipídeos insaturados, não influenciou ( $P > 0,05$ ) a concentração dos teores do ácido graxo linoléico ( $C_{18:2 \text{ cis}9 \text{ cis } 12}$ ), que variaram de 3,99% (grupo controle) a 8,12% (grupo da dieta adicionada de 21% de torta de algodão). Apesar de o ácido graxo linoléico ser presente em maior quantidade na semente do algodão, não se observou diferença do mesmo nos diferentes

níveis de inclusão da torta. Isso mostra que os ácidos graxos insaturados contidos na semente do algodão não estão totalmente protegidos da degradação ruminal.

Wood et al. (2008) relataram que apenas pequena porção de C<sub>18:2</sub> (cerca de 10%) encontra-se disponível para incorporação nos tecidos, enquanto Doreau e Ferlay (1994) verificaram que 85 a 100% dos ácidos C<sub>18:3</sub> são biohidrogenados no rúmen e, assim, muito pouco encontra-se disponível para incorporação nos tecidos. Esses ácidos são considerados essenciais e importantes por serem precursores dos ácidos da família da série ômega-6 e ômega-3, respectivamente. Os animais não possuem a capacidade de inserir duplas ligações, além dos carbonos 9 e 10, portanto, são incapazes de produzir endogenamente os ácidos graxos das famílias ômega-6 e ômega-3, não podendo ser sintetizados pelos animais, só pelos vegetais. Além disso, segundo Bressan et al. (2004), os ácidos graxos linoléico e linolênico, são considerados essenciais, pois são os precursores para a síntese de muitos AGPI, enfatizando que embora, a maioria destes não sejam essenciais, eles desempenham um papel importante na diminuição do colesterol no sangue.

Fornols et al. (2009) pesquisaram a aceitabilidade da carne de cordeiros alimentados a pasto e concentrado, e verificaram que os animais alimentados a pasto tinham em suas carnes maior concentração de ácido linolênico, produzindo carnes com maior odor e sabor estranho e associaram esta característica a maior tendência à oxidação e rancificação que comumente ocorre com este ácido graxo. O ácido graxo linoléico está associado ao sabor característico da carne de cordeiros, que pode ser menos aceitável para os consumidores que não estão familiarizados com estes odores / sabores. A partir disso, como os ácidos graxos em questão não sofreram influência da dieta, sugere-se também que não tenham influenciado o aroma e sabor da carne.

Relações ou proporções têm sido sugeridas como forma de avaliar o fator risco dos alimentos em relação ao aumento do nível de colesterol sanguíneo, pois se sabe que os AGS elevam o colesterol, enquanto os AGI o diminuem, reduzindo o risco de obesidade, câncer e doenças cardiovasculares (PEREZ et al., 2002). De acordo com a análise de regressão, a composição de ácido linoléico conjugado (CLA), ácidos graxos poliinsaturados (AGPI), ácidos graxos desejáveis (AGD), ácidos graxos indesejáveis (AG IND.), relação AGPI/AGS e índice de aterogenicidade (IA) não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pelos níveis crescentes de torta de algodão na dieta (Tabela 4).

**Tabela 4.** Médias dos AGS, AGMI e AGPI e suas relações na carne de cordeiros em função dos níveis de torta de algodão na dieta.

Característica	Torta de algodão na dieta (kg/100 kg)					DP	Significância
	0	7	14	21	28		
CLA <sup>1</sup>	0,48	0,47	0,58	0,54	0,56	0,05	NS
AGS <sup>2,A</sup>	42,09	42,53	44,20	44,84	46,35	1,74	*
AGMI <sup>3,B</sup>	50,23	48,94	44,72	41,22	42,53	3,94	*
AGPI <sup>4</sup>	6,78	7,18	9,85	12,37	9,99	2,29	NS
AGI <sup>5,C</sup>	57,01	56,12	54,57	53,60	52,52	1,82	*
AGMI/AGS <sup>6,D</sup>	1,20	1,15	1,01	0,92	0,92	0,13	*
AGPI/AGS <sup>7</sup>	0,16	0,17	0,22	0,28	0,22	0,05	NS
AGI/AGS <sup>8,E</sup>	1,36	1,32	1,24	1,20	1,14	0,09	*
AGD <sup>9</sup>	71,70	72,41	72,15	73,04	72,74	0,52	NS
AG IND. <sup>10</sup>	25,90	24,61	24,88	23,51	24,19	0,88	NS
IA <sup>11</sup>	0,56	0,54	0,56	0,54	0,57	0,01	NS

<sup>1</sup> - Ácido Linoléico Conjugado = C<sub>18:2</sub> t11 c15 + C<sub>18:2</sub> c9 t11 + C<sub>18:2</sub> t10 c12 ; <sup>2</sup>Ácidos Graxos Saturados; <sup>3</sup>Ácidos Graxos Monoinsaturados; <sup>4</sup>Ácidos Graxos Poliinsaturados; <sup>5</sup>Ácidos Graxos Insaturados Totais; <sup>6</sup>Relação AGMI/ AGS; <sup>7</sup>Relação AGPI/AGS; <sup>8</sup>Relação AGI/AGS; <sup>9</sup>Ácidos Graxos Desejáveis = AGI + C<sub>18:0</sub>; <sup>10</sup>Ácidos Graxos Indesejáveis = C<sub>14:0</sub> + C<sub>16:0</sub>; e <sup>11</sup>Índice de Aterogenicidade = [(C<sub>12:0</sub>+(4\*C<sub>14:0</sub>)+C<sub>16:0</sub>)]/AGI.

DP: Desvio padrão; NS: Não significativo;

\* Efeito Significativo (p<0,05)

<sup>A</sup> $\hat{Y}=0,154x + 41,83TA$  (R<sup>2</sup>=0,971)

<sup>B</sup> $\hat{Y}=-0,330x + 50,15TA$  (R<sup>2</sup>=0,862)

<sup>C</sup> $\hat{Y}=-0,164x + 57,06TA$  (R<sup>2</sup>=0,993)

<sup>D</sup> $\hat{Y}=-0,011x + 1,198TA$  (R<sup>2</sup>=0,926)

<sup>E</sup> $\hat{Y}=-0,008x + 1,364TA$  (R<sup>2</sup>=0,989)

O ácido linoléico conjugado (CLA), representado pelos isômeros C<sub>18:2 cis9 trans 11</sub>, C<sub>18:2 trans 10 cis12</sub> e C<sub>18:2 trans 11 cis15</sub>, não sofreu influência (P>0,05) dos níveis crescentes de inclusão da torta de algodão. Tal fato pode ser explicado pela lenta liberação dos triglicerídeos contidos na torta do grão, o que permitiu a biohidrogenação ruminal normal pelos microrganismos do rúmen. Com isso, originou pequena quantidade de desse ácido, com valor médio de 0,53%, e, conseqüente baixa deposição do mesmo no músculo.

O CLA, uma mistura de isômeros geométricos e posicionais do ácido octadecadienóico com duplas ligações conjugadas, vem sendo considerado benéfico para a saúde do homem devido às suas propriedades anticarcinogênicas e metabólicas. Em ruminantes, os principais isômeros encontrados são o C<sub>18:2 cis9 trans11</sub>, envolvido em

ação anticarcinogênica, e o isômero C<sub>18:2</sub> *trans*<sub>10</sub> *cis*<sub>12</sub>, particularmente envolvido na regulação da síntese de gordura no organismo, sendo os únicos a terem atividade biológica reconhecida (OLIVEIRA et al., 2008).

Alguns autores (MIR et al., 2004; OLIVEIRA et al. 2008; NELSON et al., 2008) reportam que o acréscimo de óleo na dieta aumenta a quantidade de CLA na carne de ruminantes. O que aconteceu nestes casos foi que a presença dos ácidos graxos insaturados no óleo vegetal induziu os microorganismos ruminais a realizarem o processo de biohidrogenação, já que a existência das duplas ligações causa efeitos negativos sobre a população microbiana. Durante o processo de quebra das duplas ligações e consequente adição de hidrogênio, há a formação de compostos intermediários, entre eles o CLA. Como os ácidos graxos insaturados estão completa e rapidamente disponíveis no rúmen, é possível afirmar que a capacidade de os microorganismos saturarem completamente o volume de ácidos linolêicos pode ser sido excedida, o que leva a maior passagem para o intestino dos ácidos graxos intermediários das reações de biohidrogenação, e isto, por sua vez, promove o aumento na concentração de CLA (OLIVEIRA et al., 2008). Este evento não foi observado no presente trabalho, visto que os níveis de CLA não foram afetados pela dieta.

Santos-Silva et al. (2003), comparando dietas contendo grão de milho ou semente de girassol, observaram significativo aumento na concentração de CLA de 4,1 para 7,0 mg/g de ácidos graxos totais, com o uso do grão oleaginoso. Ainda estes autores, estudando a inclusão de óleo de soja no concentrado e fornecendo feno de alfafa *ad libitum* para cordeiros, observaram significativo incremento na concentração de CLA no músculo *Longissimus dorsi* dos animais que receberam 8% de óleo de soja, em relação ao grupo controle (23,7 versus 5,5 mg/g de ácidos graxos totais).

Arsenos et al. (2006) demonstraram, contudo, que o peso de abate pode afetar estas características, de forma que a alteração da dieta com intuito de elevar a concentração de CLA na carne pode ser ineficiente quando os animais são abatidos em pesos mais baixos, em função do reduzido período de tempo em que o animal permanece consumindo o alimento.

Snowder e Duckett (2003) verificaram que a carne de cordeiros Dorper apresentou níveis de CLA, particularmente, o isômero *cis*-9, *trans*-11, 21%, maiores do

que observados para a raça Suffolk, amplamente conhecidos por seu excelente potencial em produzir carne de qualidade.

Nesta pesquisa, os valores médios dos AGS, AGMI e AGPI foram, respectivamente de 44%, 45,53% e 9,23% (Tabela 7). Considerando o total de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* apenas os AGPI não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelas dietas, enquanto os AGS apresentaram crescimento linear ( $P<0,05$ ) (Figura 11) e para os AGMI observou-se decréscimo linear ( $P<0,05$ ) (Figura 12) com a adição da torta de algodão. Lôbo et al. (2011), pesquisando a composição de ácidos graxos da carne de cordeiros de quatro diferentes genótipos, relataram valores para AGS, AGMI e AGPI de 56,82 a 59,40%, 28,47 a 34,98% e 4,85 a 14,19%, respectivamente. Os percentuais de AGS são superiores ao do presente estudo, enquanto que os AGMI são inferiores.

Situação semelhante é relatada por Madruga et al. (2008), que avaliando diferentes níveis de caroço de algodão integral na dieta, sobre o perfil de ácidos graxos do músculo *Semimembranosus* de cordeiros Santa Inês, observaram valores variando entre 48,77 a 55,45%, 32,86 a 40,82 e 10,4 a 13,54% para AGS, AGMI e AGPI, respectivamente. Estes autores observaram que em termos absolutos, o percentual total dos AGS aumentou à medida que se adicionou o caroço de algodão integral à dieta e para o teor dos AGMI, a probabilidade foi inversa. Ainda afirmam que o percentual total dos AGPI foi menor no grupo controle (0% de caroço de algodão). Estes dados concordam com os resultados obtidos na presente pesquisa, apesar dos autores acima referidos não relatarem diferença significativa para nenhuma das categorias de ácidos graxos.

Observando-se a Tabela 4, pode-se notar que os AGI apresentaram decréscimo linear ( $P<0,05$ ) (Figura 13) com a inclusão de níveis crescentes de torta de algodão. Esta situação ocorreu porque os AGMI apresentaram o mesmo comportamento, enquanto os AGPI não foram influenciados pela dieta.

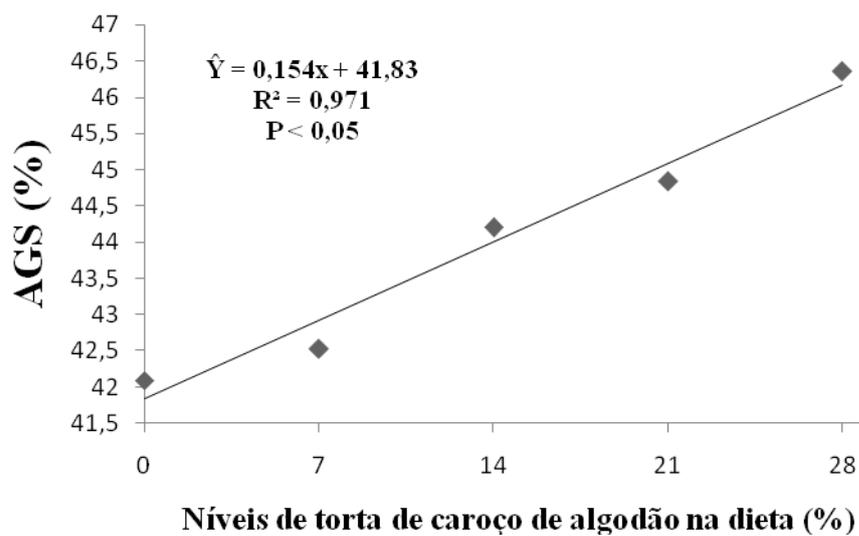


Figura 11: Concentração de ácidos graxos saturados (AGS) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão.

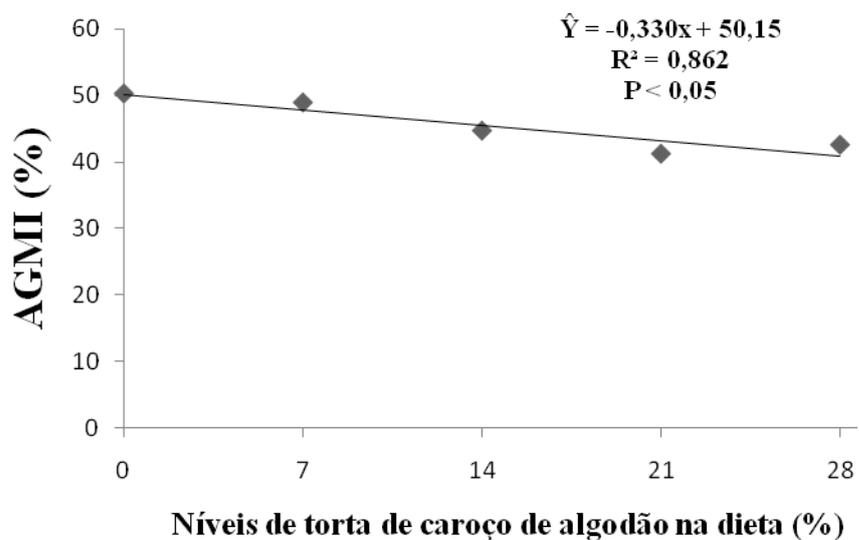


Figura 12: Concentração de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão.

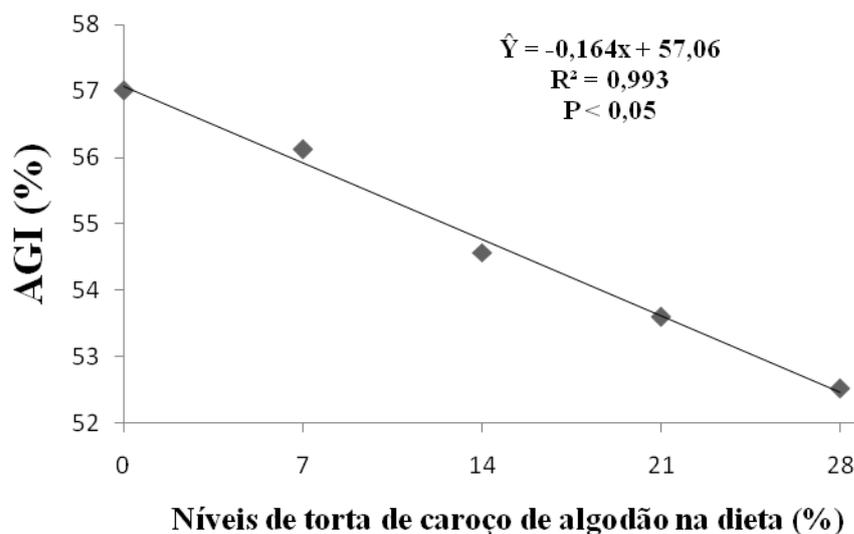


Figura 13: Concentração de ácidos graxos insaturados totais (AGI) na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão.

Vários autores reportam resultados divergentes com relação à interferência da dieta no perfil de ácidos graxo da carne. Fernandes et al. (2009), estudando o lombo de cordeiros desmamados aos 42 dias de idade média e terminados em pasto de azevém com níveis diários de suplementação concentrada (0, 1 e 2% do PV e *ad libitum*), verificaram que não houve interferência ( $P > 0,05$ ) da dieta no perfil de AGS, AGMI e AGPI da carne.

Díaz et al. (2002), afirmaram que diversos fatores podem influenciar no processo de biohidrogenação ruminal e na quantidade de AGI disponíveis para deposição nos tecidos. As diferenças verificadas na composição lipídica da carne de cordeiros submetidos a diferentes sistemas de produção (regime de pasto ou confinamento) podem ser atribuídas, principalmente, às modificações bioquímicas ocorridas no rúmen. Grandes quantidades de AGS são encontradas na carne de cordeiros sob pastejo, provenientes principalmente da ingestão de forragem, tendo em vista que a fibra estimula a atividade ruminal e o processo de biohidrogenação. Petrova et al. (1994) reportaram que uma dieta à base de concentrado e, portanto, com elevada presença de carboidratos rapidamente degradáveis, promove um menor tempo de retenção do alimento no rúmen e, conseqüentemente, um menor tempo de atuação do processo de biohidrogenação sobre os AGI. Portanto, as maiores concentrações de AGI são

observadas em animais em confinamento quando comparados com animais terminados a pasto.

Entretanto, Nurnberg et al. (1998) e French et al. (2000), encontraram resultados que divergem com os citados acima a respeito da interferência da dieta no perfil de ácidos graxos da carne. Os primeiros autores analisaram três grupos de animais (somente no confinamento; pasto e terminados em confinamento ou somente no pasto) e observaram que a qualidade da gordura no músculo *Longissimus lumborum* foi melhor para os animais que consumiram somente pasto, em relação aos padrões para saúde humana, devido à alta proporção de ácidos graxos ômega-3. Os últimos autores estudaram o perfil de ácidos graxos de bovinos terminados com dietas a base de forragem, silagem e concentrado, onde os resultados mostraram que animais consumindo exclusivamente pastos de gramíneas apresentaram menores teores de AGS e aumento nos teores de AGI na carne, tanto para AGMI quanto para AGPI.

Gallo et al. (2007), avaliando o sistema de terminação (em confinamento – dieta total ou feno) e a pasto sobre o perfil de ácidos graxos do músculo *Triceps brachii* de cordeiros machos não castrados, observaram que a dieta alterou o perfil de ácidos graxos no músculo dos cordeiros, sendo que os músculos dos cordeiros alimentados com dieta completa apresentou maiores valores de  $C_{16:0}$ ,  $C_{16:1}$  e  $C_{18:1}$ , enquanto o músculo daqueles alimentados com feno e em pastagem apresentou maiores teores de  $C_{18:3}$ . Pellegrini et al. (2007), utilizaram 20 ovelhas descarte distribuídas em dois sistemas de manejo (confinadas e recebendo dieta à base de silagem de sorgo e concentrado ou mantidas em uma pastagem cultivada de clima temperado) e identificaram que os teores de ácidos graxos do tipo  $\omega 3$  foram mais altos e a relação  $\omega 6/\omega 3$  foi mais baixa nas ovelhas mantidas a pasto.

A relação monoinsaturado/saturado (AGMI/AGS) variou de 0,92 a 1,20 (Tabela 5) nas diferentes dietas para o músculo *Longissimus dorsi*, onde ocorreu decréscimo linear ( $P < 0,05$ ) (Figura 14) à medida que a torta de algodão foi acrescentada. Esses resultados estão próximos aos reportados por Madruga et al. (2006) que trabalhando com cordeiros de diferentes genótipos e sexos, observaram valores variando entre 0,91 e 1,04 para esta relação. E são superiores aos resultados descritos por Madruga et al. (2008), que avaliando o efeito de níveis crescentes de caroço de algodão integral na dieta de cordeiros, verificaram valores para a relação AGMI/AGS, variando entre 0,61 e 0,87.

Os resultados da relação AGPI/AGS variaram de 0,16 a 0,28, não sendo influenciado pela dieta experimental. Valores semelhantes foram reportados por Costa et al. (2009b), que investigando o perfil lipídico da carne ovina de diferentes genótipos mantidos com dietas com diferentes níveis energéticos, encontraram valores entre 0,20 e 0,21. Valores inferiores ao deste trabalho foram observados por Fernandes et al. (2010), que investigando o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros terminados a pasto ou em confinamento, verificaram que a relação AGPI/AGS variou entre 0,04 a 0,1.

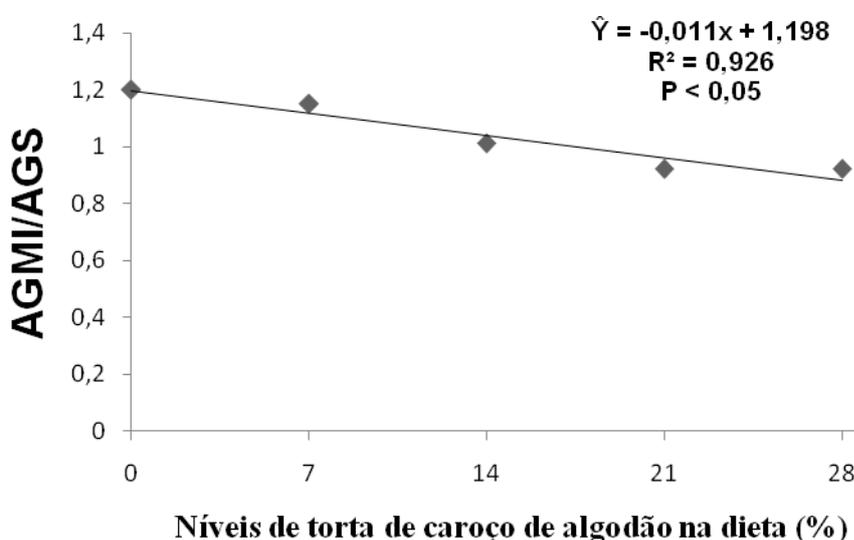


Figura 14: Relação AGMI/AGS na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão.

Perez et al. (2002), estudando cordeiros Santa Inês e Bergamácia, com vários pesos, identificaram 12 ácidos graxos e os resultados indicaram que o C<sub>16:0</sub> aumentou e o C<sub>18:0</sub> diminuiu linearmente com o aumento do peso de abate. A porcentagem total de AGS foi semelhante para todos os pesos ao abate e raças, com média de  $43,6 \pm 2,5\%$ . O C<sub>18:1</sub> e o total de AGMI foram maiores na raça Santa Inês e em ambas as raças aumentaram linearmente com o aumento do peso. O total de AGPI das duas raças decresceu com o aumento do peso ao abate.

O efeito biológico dos ácidos graxos essenciais depende da relação AGPI/AGS, onde o aumento desta tem importância por reduzir os riscos de doenças cardiovasculares. Dessa maneira, esse índice é utilizado para calcular o fator de risco dos alimentos, sendo recomendado que essa relação seja de no mínimo 0,4 (WOOD et

al., 2003). No presente trabalho, a valor médio encontrado foi de 0,21, portanto, inferiores à recomendação, o que seria indesejável do ponto de vista nutricional. É importante salientar que dados da literatura demonstram que essa relação na carne, geralmente é baixa, ao redor de 0,1 (SCOLLAN et al., 2001).

Segundo Cooper et al. (2004), em ruminantes, a proporção de poliinsaturado:saturado é menor devido à biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados da dieta pelos microorganismos do rúmen. Em cordeiros terminados com concentrado ou forragem, os ácidos graxos poliinsaturados da dieta são biohidrogenados no rúmen, resultando na absorção predominante de ácidos graxos saturados pelo intestino. Este é um dos motivos pelo qual a carne ovina é caracterizada por alta concentração de ácidos graxos saturados e baixa razão de AGPI:AGS.

É importante salientar que a relação AGPI/AGS, em termos absolutos, apresentou acréscimo à medida que aumentou a inclusão de torta de algodão, com exceção do tratamento 21% para o 28%, que ocorre leve diminuição. A não inclusão da torta de algodão na dieta (grupo controle) proporcionou relação AGPI/AGS 42,86% menor que a dieta com 21% de torta de algodão. Portanto, apesar de não ter apresentado diferença significativa ( $P > 0,05$ ) com a adição da torta de algodão, a inclusão desta na dieta de cordeiros representa um meio importante para o aumento dessa relação e, conseqüentemente, de melhorar a qualidade da carne ovina numa perspectiva de saúde humana.

A relação AGI/AGS apresentou decréscimo linear ( $P < 0,05$ ) (Figura 14) com o incremento de torta de algodão na dieta, conforma consta na Tabela 5. Isto já era esperado levando-se em consideração que a relação AGMI/AGS foi reduzida linearmente e a AGPI/AGS não foi influenciada ( $P > 0,05$ ).

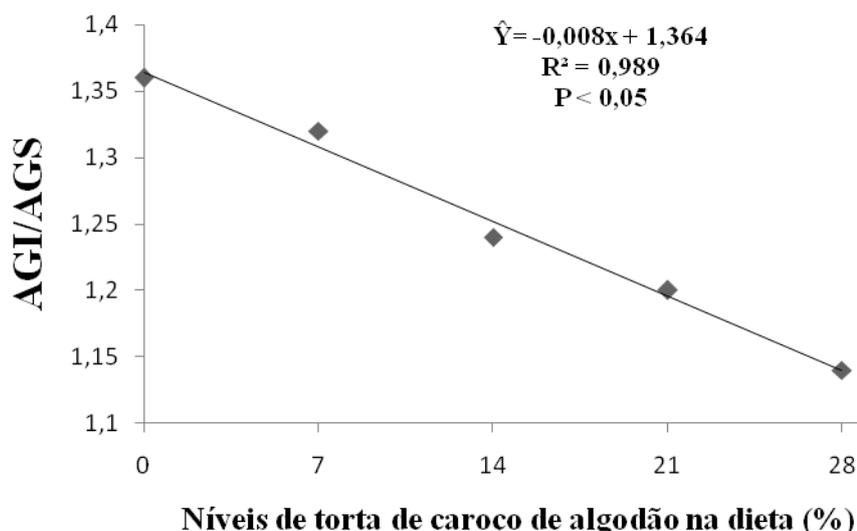


Figura 15: Relação AGI/AGS na carne de cordeiros alimentados com torta de algodão.

A concentração de AGD não foi influenciada pela dieta visto que a mesma envolve os AGI, que apresentaram decréscimo e o ácido graxo esteárico (C<sub>18:0</sub>), que sofreu acréscimo neste trabalho. A concentração de AG IND. é o somatório dos ácidos graxos C<sub>14:0</sub> e C<sub>16:0</sub>, os quais não foram influenciados (P>0,05) pelos níveis crescentes da torta de algodão na dieta, não interferindo na mesma.

O índice de aterogenicidade (IA) tem sido utilizado como indicador do risco dietético para doenças cardiovasculares. Esse índice é a soma das proporções dos ácidos láurico (C<sub>12:0</sub>), palmítico (C<sub>16:0</sub>) e quatro vezes a proporção do ácido mirístico (C<sub>14:0</sub>) divididos pelo total de AGI. O referido parâmetro não foi influenciado (P>0,05) pelos níveis crescentes de torta de algodão na dieta.

Costa et al. (2009b), avaliando a influência do genótipo e de dietas com diferentes níveis energéticos sobre o perfil lipídico da carne ovina, observaram que a dieta com maior valor energético apresentou valores mais elevados para concentração dos ácidos C<sub>12:0</sub>, C<sub>14:0</sub>, C<sub>18:0</sub>, C<sub>19:0</sub>, C<sub>22:0</sub> e dos AGMI em comparação àquela com menor valor energético. As maiores concentrações de AGPI foram obtidas com a dieta de menor valor energético. O genótipo e a dieta influenciaram a concentração dos AGMI. O genótipo influenciou a concentração dos AGS, comportamento semelhante ao observado para as concentrações dos AGPI. Os AGD, o IA e as relações AGPI:AGS e AGMI:AGS foram influenciados (P<0,05) pelo genótipo e pela dieta.

Na Tabela 5 encontram-se os dados referentes às médias das características físicas da carne de cordeiros em função dos níveis de torta de algodão na dieta. Não houve efeito dos níveis de torta de algodão ( $P>0,05$ ) sobre a luminosidade, intensidade do vermelho e intensidade do amarelo, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento, força de cisalhamento e pH final da carne, obtendo-se valores médios de 34,27, 16,44, -3,19, 83,58 mL/100g, 22,72 g/100g, 4,30 kg e 5,86, respectivamente.

**Tabela 5.** Características da carne de cordeiros em função dos níveis de torta de algodão na dieta

Característica	Torta de algodão na dieta (kg/100 kg)					DP	Significância
	0	7	14	21	28		
Luminosidade (L*)	32,69	34,46	35,82	32,66	35,73	1,55	NS
Intensidade do vermelho (a*)	17,35	16,53	16,08	16,16	16,08	0,54	NS
Intensidade do amarelo (b*)	-3,56	-3,13	-2,59	-4,10	-2,56	0,66	NS
CRA <sup>1</sup> (%)	84,10	84,14	82,76	84,57	82,34	0,97	NS
PPC <sup>2</sup> (g/100g)	21,69	21,81	23,60	21,41	25,09	1,58	NS
FC <sup>3</sup> (kg)	4,99	4,64	3,67	4,00	4,30	0,52	NS
pH final	5,76	5,82	5,81	6,04	5,85	0,11	NS

<sup>1</sup>CRA: Capacidade de retenção de água; <sup>2</sup>PPC: Perda de peso por cozimento; <sup>3</sup>FC: Força de cisalhamento

A cor da carne é um dos principais fatores que determinam seu valor comercial, com o consumidor relacionando esse atributo às qualidades sensoriais do produto. Diversos fatores interferem na intensidade da cor, dentre eles, a espécie, idade do animal, raça, sexo e tipo de alimentação, condições pré e pós-abate e formas de congelamento também afetam este parâmetro. Ainda, segundo Apple et al. (1995), carnes com pH abaixo de 5,8 terão uma cor mais clara e menos avermelhada e com valores acima de 6,0 apresentarão uma cor mais escura e com maior intensidade de vermelho.

Os valores para luminosidade obedecem a uma escala que varia de 0 a 100, em que zero corresponde a preto e 100, a branco. Zapata et al. (2000) citam que quanto maiores os valores de L\* mais pálida é a carne de vitelo.

Valores superiores a 30,0 para a luminosidade da carne ovina são descritos por vários pesquisadores (Díaz et al. (2002); Priolo et al. (2002); Zeola et al. (2004); Madruga et al., 2008; Vieira et al. (2010); Moreno et al. (2011). Bressan et al. (2001), ainda descreve valores médios entre 31,36 a 38 para luminosidade da carne, podendo variar em função dos fatores já mencionados acima. As médias verificadas neste estudo estão dentro dos valores descritos pelos referidos autores.

Diversos autores citam que em ovinos com peso de abate mais elevado (35 e 45 kg) ocorre redução do teor de umidade no músculo, fazendo com que ocorra redução da luminosidade na superfície dos cortes, e aumento nos índices de vermelho da carne (BRESSAN et al., 2001; MATURANO, 2003; SOUZA et al., 2004). Além disso, segundo Vieira et al. (2010), o aumento do valor de  $L^*$  pode ser explicado pela probabilidade de acréscimo da umidade no músculo em situações de decréscimo do ganho de peso, fazendo com que ocorra mais luminosidade na superfície dos cortes, situação essa que não foi observada na presente pesquisa.

Os valores de  $a^*$  e  $b^*$  correspondem à intensidade da coloração vermelha e amarela, respectivamente, sendo que, quanto maior o valor encontrado, mais intensa é essa tonalidade. Os valores médios observados neste estudo, que foram de 16,43 para  $a^*$  e - 3,02 para  $b^*$ , situam-se fora da faixa informada por Silva e Sobrinho et al. (2005) e Moreno et al. (2011), que descrevem valores de  $a^*$  e  $b^*$  que variam entre 7,71 a 15,86 e 4,19 a 5,09, respectivamente, demonstrando que a carne dos animais da presente pesquisa apresenta maior intensidade da cor vermelha e menor intensidade da cor amarela quando comparada aos dados dos referidos autores.

Não houve mudança nos valores encontrados de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  ao utilizar a torta de algodão e possivelmente esta semelhança é devida ao fato de que os animais tinham idades similares e estavam sob o mesmo regime de confinamento. Somando-se a isto, os referidos valores indicam que a carne desses cordeiros apresenta coloração vermelha clara, o que pode ser explicado pelo fato dos animais terem sido abatidos jovens, quando a concentração de mioglobina ainda não é elevada, uma vez que ela aumenta com a idade, intensificando a cor, pois, a molécula de mioglobina, quando oxidada, apresenta coloração vermelho brilhante, que é desejada pelo consumidor. Quando a carne fica em contato com o ar, os pigmentos reagem com o oxigênio molecular, dando

origem a um pigmento relativamente estável denominado oximioglobina, responsável pela cor vermelha brilhante, que proporciona um aspecto atraente para o consumidor.

Outro aspecto importante com relação à ausência de diferença significativa para o parâmetro cor da carne entre os diferentes níveis de torta de algodão faz-se da observação da relação da CRA e do pH com a cor. Hedrick et al. (1994), relataram que carnes com pH elevado revelam carnes mais escuras, pois a CRA é elevada e a refletância é reduzida. Entretanto, apesar dos resultados do presente estudo apresentarem um pH entre 5,76 e 5,94, os quais não sofreram influência da dieta e uma CRA elevada, além dos índices da variável  $a^*$  que se revelaram constante com a dieta, conclui-se que a variável  $a^*$  da carne ovina do presente experimento se revelou com pouca intensidade de vermelho, apresentando-se como uma carne de coloração clara.

Alguns dados da literatura relatam que animais que recebem dietas a base de caroço de algodão ou seus coprodutos, podem apresentar diferenças na coloração da carne, principalmente, com relação à intensidade da coloração amarela. Isto pode ocorrer porque o caroço de algodão além de ser rico em óleo, possui elevado valor energético/protéico e presença do gossipol, um alcalóide polifenólico de coloração amarelada encontrado na forma de grânulos. Fato este que não foi observado no presente trabalho.

Com relação ao tipo de alimento, os dados da literatura reportam comportamentos diversos para os parâmetros de cor da carne de ovinos submetidos a diferentes dietas. Díaz et al. (2002), avaliando dois sistemas (concentrado e pasto) em ovinos, reportaram valores de  $L^*$  (luminosidade) de 38,55 a 40,08; de  $a^*$  (intensidade de vermelho) se situaram entre 15,98 a 16,52 e os de  $b^*$  (intensidade de amarelo) variaram entre 5,00 a 5,36, no músculo *Longissimus dorsi* e observaram que não houve influências das dietas sobre a cor da carne. Corroborando com estes resultados, Zeola et al. (2004), não encontraram influência na cor do músculo *Semimembranosus* da carne de cordeiros Morada Nova submetidos a diferentes níveis de concentrado (30%, 45% e 60%). No entanto, Priolo et al. (2002), estudando a qualidade da carne de ovinos Ile de France, submetidos a dois sistemas de alimentação: concentrado e pasto, encontraram valores para  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  de 46,1 a 49,23; 7,32 a 7,63 e 9,79 a 10,71, respectivamente. Estes autores reportaram que a carne de ovinos confinados foi mais clara em comparação com a de ovinos terminados a campo. Levando-se em consideração as

médias do presente experimento para  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , que foram 34,6, 16,43 e - 3,02, respectivamente, verifica-se que a carne destes cordeiros apresentaram-se mais claras, com maior intensidade de vermelho e menor intensidade de amarelo.

Estudando animais Santa Inês puros alimentados com dietas contendo 80% de concentrado e 20 % de volumoso e abatidos em diferentes pesos (15, 25, 35 e 45 kg), Bonagurio (2003a) observou que o teor de luminosidade diminuiu com o aumento do peso e o teor de vermelho aumentou. Para os animais abatidos aos 35 kg os valores médios foram:  $L^*$ : 33,26,  $a^*$ : 16,87 e  $b^*$ : 4,45, os quais foram próximos ao do presente estudo, com exceção da intensidade de amarelo, que encontra-se maior.

Avaliando a influência do fator genético sobre cor da carne de ovinos das raças Santa Inês e Dorper x Santa Inês, Moreno et al. (2011), utilizando o sistema CIELAB ( $L^*$ = luminosidade,  $a^*$ = teor de vermelho e  $b^*$ = teor de amarelo), relataram que o genótipo não influenciou a cor da carne. Resultado semelhante foi encontrado por Perez et al. (2002), trabalhando com as raças Santa Inês e Bergamácia, também utilizando o sistema CIELAB, onde não relataram influência do fator genético sobre os parâmetros de cor.

Entretanto, investigando a interferência da raça na cor da carne, Bressan et al. (2001), verificaram que a carne ovina da raça Bergamácia apresentou maior índice de luminosidade nos músculos *Longissimus dorsi* e *Semimembranosus* que a da raça Santa Inês, com valores similares dos componentes de cor  $a^*$  e  $b^*$ .

Pesquisando o efeito de dietas contendo diferentes níveis (0, 20, 30 e 40%) de caroço de algodão integral (CAI) sobre a qualidade da carne de cordeiros Santa Inês, Vieira et al. (2010), verificaram influência significativa ( $P < 0,05$ ) para o parâmetro cor no músculo *Semitendinosus*. Os autores observaram que as médias do índice de luminosidade ( $L^*$ ) apresentaram valores crescentes com a adição do CAI, variando de 47,40, para o tratamento controle, até 50,50, para o tratamento adicionado de 40% de CAI. O comportamento crescente da luminosidade da carne indicou que a suplementação com caroço de algodão integral resultou em carnes mais claras. Os valores médios de  $b^*$  (intensidade de amarelo) aumentaram significativamente ( $P < 0,05$ ) com a inclusão do caroço de algodão integral, variando na carne ovina *in natura* de 8,3 (grupo controle) para 11,3 (40% CAI). Os dados de  $b^*$  ajustaram-se através de uma equação linear positiva, indicando que, com o aumento na inclusão do caroço de

algodão integral na dieta, aumenta-se à contribuição da componente amarela na cor da carne ovina.

A capacidade de retenção de água (CRA) situou-se entre 82,34 e 84,57%, não apresentando diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre as dietas fornecidas. Os valores do presente experimento encontram-se acima dos descritos por Silva Sobrinho et al. (2004) e Pinheiro et al. (2009), que relataram valores médios de 56,63% e 56,4%, respectivamente, para a CRA da carne de ovinos de diferentes categorias.

A pouca variação observada para os valores da CRA da carne dos cordeiros pode ser explicada pelos valores de pH observados, valores estes que também não sofreram influência ( $P>0,05$ ) da adição da torta de algodão. Segundo Lanza et al. (2003), pequenas diferenças significativas nos valores de pH produzem variações significativas na capacidade de retenção de água das carnes vermelhas. Fatos não observados na presente pesquisa, nem para o pH nem para a CRA.

De acordo com Zeola et al. (2002) há um possível aumento na CRA e menor PPC da carne de animais que são alimentados com dietas ricas em proteína.

Pinheiro et al. (2009), avaliando as características qualitativas da carne de ovinos de diferentes categorias, utilizando animais ½ Ile de France ½ Ideal (seis cordeiros não-castrados – 32 kg – 5 meses, seis ovelhas de descarte – 55 kg – 60 meses - e seis machos adultos castrados - 55 kg – 60 meses ), criados em pasto de capim-tifton 85 que receberam suplementação (concentrado), observaram que os valores de CRA são similares entre as categorias animais, encontrando valores para os músculos *Triceps brachii*, *Longissimus lumborum* e *Semimembranosus*, variando de 55,35 a 57,62%, 56,43 a 58,03% e 53,72 a 57,47%, respectivamente. Díaz et al. (2002), estudando a qualidade da carne e da carcaça de ovinos da raça Talaverana na Espanha, alimentados em sistema de confinamento e pastagem encontraram valores de CRA variando de 18,41% a 19,50% (líquido expelido), enquanto Velasco et al. (2004), avaliando o efeito da qualidade da carne de cordeiros terminados em pastagem, reportou valores de CRA variando entre 16,86 a 18,61 % de líquido expelido. Nos experimentos acima mencionados tanto as diferentes categorias quanto os sistemas de terminação não tiveram efeito sobre os valores de CRA.

Pesquisando a influência do fator genético e do teor de proteína (12 e 20%) da dieta sobre a CRA do músculo *Longissimus dorsi* de ovinos das raças Santa Inês e

Dorper x Santa Inês, Moreno et al. (2011), relataram que as variáveis estudadas não influenciaram a CRA da carne. Corroborando com este estudo, Batista et al. (2010), investigando a influência do genótipo e da concentração energética na dieta na qualidade da carne de cordeiros Morada Nova, Santa Inês e Santa Inês x Dorper, também não observaram influência dos fatores analisados sobre a CRA.

Entretanto, Santana et al. (2004), avaliando o efeito da utilização de subprodutos do processamento de frutas como parte da dieta de cordeiros Santa Inês, distribuídos em quatro tratamentos (T1: silagem de capim elefante; T2: T1 + subproduto de acerola; T3: T1 + subproduto de caju e T4: T1 + subproduto de abacaxi), sendo que todos os animais receberam concentrado (1,80% PV) com 23,50% de PB, observaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para a CRA, onde o T2 apresentou maior CRA que os demais tratamentos.

Vieira et al. (2010), pesquisando o efeito de dietas contendo diferentes níveis (0, 20, 30 e 40%) de caroço de algodão integral (CAI) sobre a qualidade da carne de cordeiros Santa Inês, observaram que não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre as quatro dietas testadas.

Os resultados da perda de peso por cocção (PPC) encontrados nesta pesquisa variaram de 21,69 a 25,09% e foram similares aos obtidos por Vieira et al. (2010), que reportaram valores médios de PPC na carne de cordeiros Santa Inês alimentados com dietas contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral (0, 20, 30 e 40%), variando entre 21,60 a 25,30%, os quais não apresentaram diferença entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ). Entretanto, os valores são inferiores aos encontrados por Bressan et al. (2001) para cordeiros Santa Inês (29,10%) e Zeola et al. (2002) para cordeiros Morada Nova (37,30%), onde ambos os autores citados afirmam que a dieta não influenciou esse atributo.

Segundo Felício (1999), PPC elevada pode estar associada à quantidade de gordura e às temperaturas de resfriamento e cocção, visto que o ponto final de cocção é obtido quando a temperatura interna da amostra atinge  $75^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , e nesta temperatura pode ocorrer desnaturação das proteínas, ocorrendo com isso aumento na perda de água. Além disso, diferenças na PPC resultam de diferenças na concentração do teor de lipídeos do músculo, uma vez que a PPC não se deve apenas a perda de água, pois parte da gordura existente na carne também se perde no momento do cozimento.

No presente experimento, o qual os valores de PPC não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, também não foram observadas diferenças nos teores de umidade e de gordura do músculo, provavelmente por não haver tempo suficiente para que ocorresse uma maior deposição de gordura intramuscular (marmoreio), justificando os valores da PPC.

De acordo com Bressan et al. (2001), as variações na obtenção dos valores de perda de peso por cocção são atribuídas não somente a diferenças no genótipo e tratamentos estudados, mas também à metodologia empregada, tais como a remoção ou padronização da capa de gordura externa, temperatura e tipo de forno empregado no processo de cocção. Além destes fatores, o pH tem ação direta com a capacidade de retenção de água, visto que o pH está relacionado com o número de grupos reativos das proteínas e sua capacidade para ligar a água. A redução da capacidade de retenção de água ocorre quando o pH muscular diminui após a morte do animal e se aproxima cada vez mais do ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares. Quando isto ocorre, as cargas elétricas das proteínas miofibrilares tendem a se atrair e não mais se ligar com a água. Neste estudo como não foi observada variação do pH da carne dos ovinos submetidos a cinco diferentes níveis de torta de algodão, este fato refletiu nos valores de PPC.

Trabalhando com objetivo de caracterizar qualitativamente a carne de ovinos de diferentes categorias, Pinheiro et al. (2009) concluíram que as perdas por cocção não foram influenciadas ( $P > 0,05$ ) pela categoria, mas estas perdas são maiores no músculo *Triceps brachii* que no *Longissimus lumborum* e *Semimembranosus*. Corroborando com este resultado, Zeola (2002) ao estudar a influência de diferentes níveis de concentrados (30%, 45% e 60%) sobre a qualidade da carne ovina, reportou valores de 37,63 % para PPC e concluiu que os diferentes níveis de concentrados não influenciaram ( $P > 0,05$ ) os percentuais de PPC da carne ovina.

Analisando as características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate, Silva Sobrinho et al. (2005), encontrou valores de PPC na carne de ovinos, variando de 37,96 % a 38,88 % e concluíram que as características de qualidade da carne dos grupos genéticos não diferiram ( $P > 0,05$ ) para a porcentagem de perda no cozimento. Entretanto, Peixoto et al. (2011), avaliando a influência de diferentes genótipos sobre o músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros meio sangue (mestiços x Dorper; mestiços x Santa Inês e mestiços x Somalis), terminados em

confinamento, verificaram que a PPC apresentou diferença estatística entre os grupos, o que evidencia a influência do genótipo sobre este atributo da carne.

A textura da carne determinada pela medição instrumental da força de cisalhamento (FC) variou de 3,67 a 4,99 Kg para os cinco tratamentos pesquisados. Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) da adição de níveis crescentes da torta de algodão na textura da carne ovina. Os valores da FC da presente pesquisa são semelhantes aos encontrados por Zeola et al. (2002) e Zapata et al. (2000), onde os primeiros analisaram a carne de cordeiros Morada Nova submetidos a diferentes níveis de concentrado (30, 45 e 60%), observando o valor médio para FC, de 4,35 kgf. Já os últimos autores, trabalhando com cordeiros Somalis Brasileira x Crioula e Santa Inês x Crioula, relataram valores de 4,46 e 4,85 Kgf para dietas de forragem e forragem + concentrado, respectivamente. Nenhuma destas pesquisas apresentou diferença significativa para FC.

Entretanto, alguns estudos demonstraram valores inferiores, outros superiores para FC, com relação aos resultados desta pesquisa. Monteiro (1998) relatou valores mais baixos de FC para cordeiros Corriedale (3,04 Kgf) e cruzas Corriedale x Ile de France (3,65 Kgf) criados em pastagem natural e abatidos com 26 e 33 Kg, respectivamente. Semelhante a este resultado, Bressan et al. (2001), relataram valores de FC variando entre 2,8 a 3,1 kgf para cordeiros Santa Inês. Enquanto que Bonagurio (2003a), avaliando a qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel, observou FC superior ao presente trabalho (7,95 kgf para o músculo *Longissimus dorsi* e 7,31 kgf para o músculo *Semimembranosus*). Bem como, Souza et al. (2004) citam valores mais elevados para FC (6,9 a 10,16 kgf) nos mesmos músculos, respectivamente, de cordeiros Ile de France x Santa Inês e Corriedale x Santa Inês.

Segundo Silva Sobrinho (2001), as características de maciez como firmeza e sensações táteis, estão intimamente relacionadas com o pH, CRA, estado de engorduramento e características do tecido conjuntivo e da fibra muscular. Neste contexto, o presente estudo mostra que a utilização da torta de algodão não afetou o parâmetro de dureza da carne ovina, assim como o pH, a CRA e os percentuais de lipídios (Tabela 3).

De acordo com os resultados encontrados na análise de força de cisalhamento pelo método de Warner-Bratzler, Bickerstaffe et al. (1997) classificaram a textura da carne em macia (até 8,6 kgf), aceitável (8 a 11 kgf) e dura (acima de 11 kgf). Além

disso, avaliando a FC pelo mesmo método, Boleman et al. (1997) classificaram a textura da carne em muito macia (2,3 a 3,6 kgf), moderadamente macia (4,1 a 5,4 kgf) e pouco macia (5,9 a 7,2 kgf). Diante disso, apesar dos níveis de torta de algodão não terem afetado os valores da FC, é possível afirmar que a carne dos cordeiros avaliada neste trabalho, com valores de FC entre 3,67 e 4,99 kg, pode ser considerada moderadamente macia, portanto de boa aceitabilidade.

Perdas de peso por cozimento mais elevadas podem sugerir o efeito negativo de baixa temperatura de resfriamento devido à formação de cristais de gelo dentro da célula, que causam lesões no momento do descongelamento e perda excessiva de água, aumentando, conseqüentemente, a força de cisalhamento, uma vez que essas medidas estão correlacionadas positivamente (PUGA et al., 1999).

Oliveira et al. (2004), estudando a caracterização do processo de *rigor mortis* em músculos de cordeiros e carneiros da raça Santa Inês e maciez da carne, concluíram que a carne de carneiro foi mais dura do que a dos cordeiros e o filé de lombo (*Longissimus dorsi*) foi mais macio do que a paleta (*Triceps brachii*), demonstrando que a idade e tipo de músculo influenciam na maciez da carne.

Avaliando o efeito de dietas de terminação contendo diferentes níveis (0, 20, 30 e 40%) de caroço de algodão integral sobre os parâmetros físicos da carne de cordeiros Santa Inês, Vieira et al. (2010) verificaram que a textura da carne avaliada pela medição instrumental da força máxima de cisalhamento (FC) variou de 4,6 a 5,3 kg para os quatro tratamentos pesquisados, não havendo efeito significativo ( $P > 0,05$ ) das dietas sobre a maciez do músculo *Longissimus dorsi*.

Moreno et al. (2011), trabalhando com qualidade da carne de cordeiros Santa Inês e Dorper x Santa Inês, alimentados com 12 e 20% de PB, verificaram que o músculo *Longissimus dorsi* não apresentou diferença significativa com relação a força de cisalhamento para nenhuma das duas variáveis.

Batista et al. (2010), investigando a influência do genótipo e da concentração de energia da dieta na qualidade da carne de cordeiros Morada Nova, Santa Inês e Santa Inês x Dorper, verificaram que a textura da carne determinada pela medição instrumental da força de cisalhamento não diferiram significativamente entre os genótipos investigados. No entanto, ao avaliar o efeito da dieta, observaram que a dieta com maior concentração de energia forneceu carne mais macia.

Silva Sobrinho et al. (2005), analisando o músculo *Semimembranosus* de cordeiros de diferentes genótipos (ovelhas Romney acasaladas com três raças paternas – Romney; East Friesian x (Finn x Texel) e Finn x Poll Dorset), abatidos aos 150 e 300 dias de idade, concluíram que a carne dos cordeiros Romney foi mais macia que a dos demais genótipos. Além disso, os animais abatidos mais tardiamente apresentaram carne com menor maciez (11,16 kg) que os abatidos aos 150 dias de idade (7,45 kg).

Bonacina et al. (2011) avaliando o efeito do sexo e do sistema de terminação de cordeiros Texel x Corriedale utilizando 90 animais, 45 deles cordeiros machos não-castrados e 45 fêmeas, mantidos em pastagem com a mãe até o desmame (70 dias); e terminados em três sistemas de produção: apenas pastagem; mantidos na pastagem com a mãe e pastagem com suplementação (casca de soja em nível correspondente a 1% do PV dos cordeiros), observaram que não ocorreu interação entre sexo e sistema de terminação, porém os fatores isolados tiveram efeito significativo na FC. As carnes dos machos e dos animais terminados mantidos com a mãe apresentaram maior resistência à força de cisalhamento que os demais.

Na presente pesquisa as diferentes dietas não afetaram o pH encontrado às 24 horas *post mortem* ( $P > 0,05$ ), com o mesmo variando de 5,76 a 6,04. Estes valores encontrados nos músculos *Longissimus dorsi*, podem ser considerados normais e situam-se próximos aos valores apresentados na literatura, indicando que a glicólise desenvolveu-se normalmente. De acordo com Silva Sobrinho et al. (2005), o valor de pH final na carne ovina varia de 5,5 a 5,8, porém, valores altos (6,0 ou acima) podem ser encontrados em caso de depleção dos depósitos de glicogênio muscular antes do abate. Situação esta que se pode notar no tratamento com 21% de inclusão da torta de algodão na presente pesquisa, mesmo com todos os animais sendo manejados da mesma forma no período *ante e post-mortem*.

Para que o músculo de um animal abatido se transforme em carne, é necessário que o glicogênio muscular favoreça a formação do ácido lático, diminuindo o pH e tornando a carne macia e succulenta, com sabor ligeiramente ácido e odor característico (PRATES, 2000). De acordo com Sañudo et al. (1996), o nível de glicogênio muscular tem maior importância nesse parâmetro, sendo a dieta ou a natureza do alimento de menor influência. Uma vez que o pH final da carne está diretamente relacionado com as condições de abate e com o processo de *rigor mortis*, os resultados constantes entre os

cinco tratamentos eram esperados. Outro fator que pode ser citado para a manutenção do pH constante e ausência de diferença significativa é o fato dos animais ter apresentado peso final semelhante, além de que os teores de gordura do músculo *Longissimus dorsi* foram similares

Valores normais de queda de pH da carne sugerem que outros parâmetros indicadores de qualidade como capacidade de retenção de água, cor e maciez apresentarão resultados entre limites de qualidade aceitáveis. Na espécie ovina, observa-se pouca susceptibilidade ao stress, ocorrendo queda do pH dentro de valores considerados normais (ZEOLA et al., 2002).

A velocidade da queda do pH após o abate, bem como seu valor final é variável, sendo comum ficar abaixo de 5,8 (SILVA SOBRINHO et al., 2005). No entanto, apesar de terem sido tomados todos os cuidados para evitar cansaço e estresse dos animais antes do abate, o pH final ficou ligeiramente acima desse valor para quatro tratamentos no presente estudo. Segundo Teixeira et al. (2005), este comportamento é indesejável, uma vez que valores elevados de pH promovem pouca atividade das calpaínas e catepsinas, podendo resultar num menor amaciamento dessa carne.

Bonagurio et al. (2003b), considerando que a instalação do *rigor mortis* ocorre com valor de pH em torno de 5,90, relata que em cordeiros Santa Inês o *rigor* ocorreu a partir das 8 horas *post mortem*, e que a queda do pH foi menos acentuada e a instalação do *rigor* ocorreu de forma mais tardia nos animais de 15 e 25 kg (as carcaças mais pesadas, 35 e 45 kg, apresentaram maior quantidade de gordura e manutenção da temperatura das mesmas, acentuando a queda do pH).

Avaliando o efeito do sistema de terminação de cordeiros Texel x Corriedale sobre as características da carne, Bonacina et al. (2011), relatam que o pH das carcaças, medido no músculo *Longissimus dorsi*, não sofreu influência do sistema de terminação ( $P > 0,05$ ). Este resultado corrobora com o obtido por Díaz et al. (2002) que estudaram a qualidade da carne de ovinos da raça Talaverana alimentados em sistema de confinamento e pastagem, encontrando pH variando de 5,56 a 5,65; Velasco et al. (2004), que avaliaram o efeito da qualidade da carne de cordeiros terminados em pastagem, reportando valores de pH variando entre 5,45 e 5,66 e Zeola (2002) que observaram que diferentes níveis de concentrado não influenciaram o pH final da

carcaça de cordeiros Morada Nova. Nos experimentos acima mencionados os sistemas de terminação não tiveram efeito sobre os valores de pH ( $P>0,05$ ).

Pinheiro et al. (2009), estudando a qualidade da carne de cordeiros e ovinos adultos, observaram que não houve diferença de pH 45 minutos e pH 24 horas entre as categorias animais. Em contrapartida, Silva Sobrinho et al. (2005), analisando a interferência da idade de abate (150 e 300 dias) de cordeiros na qualidade da carne, relataram que o pH final do músculo *Semimembranosus* dos animais abatidos mais precocemente foi superior (5,61) ao dos abatidos mais tardiamente (5,58). Além disso, Bonacina et al. (2011), afirmam que o pH do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Texel x Corriedale não sofreu influência do sexo ( $P>0,05$ ).

Pesquisando o efeito do genótipo sobre o pH da carne de cordeiros, Moreno et al. (2011) e Silva Sobrinho et al. (2005), concluíram que os grupos genéticos não diferiram ( $P>0,05$ ) para o índice avaliado. Ao contrário deste resultado, Souza et al. (2004), estudando cordeiros dos cruzamentos Ile de France x Santa Inês e Bergamácia x Santa Inês, observaram que os fatores grupos genéticos, pesos ao abate e músculos influenciaram ( $P<0,01$ ) as médias de pH obtidos no *post mortem* (médias dos horários 2, 6, 12 e 24 horas) e sobre as médias de pH final, que variou de 5,67 a 5,75, respectivamente.

Bressan et al. (2001), analisando o efeito do peso ao abate (15, 25, 35 e 45 kg) de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne, observaram que as raças apresentaram resultados similares de pH entre os grupos de pesos estudados. No entanto, a queda de pH no músculo *Longissimus dorsi*, apresentou velocidade de declínio mais rápida nos grupos de cordeiros com peso de 35 e 45 kg, do que nos grupos de 15 e 25 kg. Isso significa que a glicólise desenvolveu-se mais rapidamente em lombos de cordeiros mais pesados.

Ainda segundo os mesmos autores, é possível que a velocidade da glicólise tenha variado em função da quantidade de gordura subcutânea entre os grupos de peso ao abate, visto que nos animais mais pesados começa haver maior deposição de gordura. A gordura pode ter agido como isolante térmico, fazendo com que a temperatura da carcaça fosse mantida alta por mais tempo nos cordeiros mais pesados, pois quanto maior a temperatura da carcaça no *post mortem* maior a velocidade de glicólise e mais rápida é a queda do pH. Já com relação ao músculo *Semimembranosus*, observaram que

a raça Bergamácia apresentou maior velocidade de glicólise até às 8 horas *post mortem*, momento em que os valores de pH se igualaram entre as raças, permanecendo dessa maneira, até às 24 horas *post mortem*. Relataram que os grupos de peso de 15, 25 e 35 kg apresentaram curvas de declínio do pH semelhantes, mas o grupo de 45 kg apresentou maior velocidade de queda do pH, pelo mesmo motivo citado para o músculo *Longissimus dorsi*. Os autores afirmam que as diferenças entre os resultados para os músculos avaliados são em decorrência de particularidades anatômicas, as quais contribuem para maior facilidade de realizar medidas padronizadas no músculo *Longissimus dorsi*.

Vieira et al. (2010), avaliando o efeito de dietas de terminação contendo diferentes níveis (0, 20, 30 e 40%) de caroço de algodão integral sobre os parâmetros físicos da carne de cordeiros Santa Inês, verificaram que os resultados de pH permaneceram constantes nos quatro tratamentos pesquisados, com variação de 5,8 a 5,9, podendo ser considerado dentro da faixa de pH normal para a carne ovina, que se situa entre 5,5 e 5,8.

Portanto, relacionando os valores de pH reportados na presente pesquisa com os valores argumentados pelos autores mencionados, verificou-se que a qualidade da carne dos ovinos do presente trabalho se encontra dentro dos padrões estabelecidos para a mesma, observando-se que a inclusão de níveis de 7, 14, 21 e 28% da torta de algodão na dieta, não afetou os valores de pH da carne.

As médias da intensidade do aroma estranho e intensidade do sabor estranho da carne de cordeiros em função dos níveis de torta de algodão na dieta são observadas na tabela 6.

**Tabela 6.** Intensidade do aroma estranho e do sabor estranho da carne de cordeiros em função dos níveis de torta de algodão na dieta

Característica	Torta de algodão na dieta					DP	Significância
	(kg/100 kg)						
	0	7	14	21	28		
Intensidade do aroma estranho	1,4	1,6	1,9	1,7	1,8	0,19	NS
Intensidade do sabor estranho	2,4	2,3	1,5	1,5	2,2	0,44	NS

DP: Desvio padrão; NS: Não significativo

A avaliação realizada pelos julgadores treinados do painel sensorial demonstrou que não houve efeito da adição da torta de algodão na dieta sobre os atributos aroma e sabor estranho da carne ( $P>0,05$ ). Em uma escala de 0 a 9, em que, quanto mais próximo de zero for o valor encontrado, menos intensa é a característica avaliada, a intensidade do aroma estranho variou de 1,4 a 1,8, com média de 1,68 e os valores da intensidade do sabor estranho situaram-se entre 1,5 e 2,4, com média de 1,98. A partir destes resultados podemos classificar a carne dos cordeiros da presente pesquisa, como uma carne com nenhum aroma estranho e variando entre a classificação nenhum e extremamente fraco para o sabor estranho. Tais resultados são bastante satisfatórios, pois permitem a utilização da torta de algodão em dietas de cordeiros confinados até, pelo menos, o nível de 28% da dieta sem interferir na aceitabilidade do consumidor.

Segundo Mottram (1998), dietas que elevam a concentração de ácidos graxos poliinsaturados particularmente com três ou mais duplas ligações, como o ácido araquidônico ( $C_{20:4}$ ), podem interferir na sensação de sabor, pois, é mais suscetível à oxidação durante o aquecimento e por isso também têm sido associadas ao sabor desagradável. Desta forma, mesmo não havendo efeito da dieta com torta de algodão sobre a intensidade de sabor e odor estranho diante da metodologia aplicada neste trabalho, caso a carne venha a sofrer exposição ao oxigênio ou maior tempo de prateleira, poderá desencadear com maior intensidade o processo da rancificação oxidativa da gordura presente na carne.

Segundo Siqueira et al. (2002), a alimentação é preponderante na determinação dos caracteres sensoriais da carne e o aumento da suculência se deve ao uso de concentrado na dieta, o qual, pelo fato de alterar a composição em ácidos graxos da gordura, permite modificar o sabor e o odor. Vários autores (MADRUGA et al. (2005); OSÓRIO et al. (2009) e SAÑUDO et al. (2000)) afirmam que o aroma e o sabor característicos da carne estão diretamente relacionados ao teor de gordura presente no músculo. Além disso, Fisher et al. (2000) citam que a carne de ovinos pode adquirir características únicas de “flavour” em função da dieta fornecida aos animais, e que as diferenças percebidas em um painel são, em grande parte, resultados da variação do teor de gordura e da composição em ácidos graxos da mesma.

A quantidade de gordura intramuscular pode afetar as propriedades sensoriais da carne através da substituição da fibra muscular, que é firme, por gordura, que é macia.

Isto, de acordo com Sañudo et al. (2000), torna a carne mais macia e suculenta. Entretanto, os mesmos autores não perceberam nenhuma diferença em relação à intensidade de odor, suculência e qualidade de sabor, apoiando a ideia de que é exigido um mínimo de gordura para produzir mudanças detectáveis na palatabilidade.

A intensidade do sabor aumenta com o teor de gordura, segundo perceberam Sañudo et al. (1996), ao compararem a carne de cordeiros com diferentes pesos de carcaça. Embora a qualidade desse produto melhore claramente com o incremento no teor de gordura, só os animais muito magros são adversamente afetados, por apresentarem um sabor menos acentuado.

Vieira et al. (2010), avaliando o efeito de dietas de terminação contendo diferentes níveis (0, 20, 30 e 40%) de caroço de algodão integral (CAI) sobre os parâmetros sensoriais da carne de cordeiros Santa Inês, observaram que a adição do CAI apresentou influência significativa ( $P < 0,01$ ) sobre os atributos sensoriais de odor e sabor característico da carne ovina, com valores médios que foram respectivamente de 3,8; 4,8; 5,6; 5,5 e 4,1; 4,8; 5,1; e 5,2. Os pesquisadores também relataram que os atributos odor e sabor aumentaram linearmente à medida que se acrescentava o caroço de algodão integral à alimentação ovina.

Osório et al. (2013), avaliando as características sensoriais da carne ovina de 60 animais da raça Corriedale (30 não castrados e 30 castrados), abatidos aos 120, 210 e 360 dias de idade, criados em condições extensivas de pastagem no Rio Grande do Sul, observaram que não ocorreu interação da idade de abate e sexo para as características sensoriais, porém os fatores isolados tiveram efeito no atributo odor e textura. A carne dos ovinos com 120 dias apresentou maior maciez e suculência do que dos com 210 e 360 dias. Fato esse, que segundo os autores, ocorreu porque os animais mais velhos foram abatidos no período em que se refletiu a diminuição da quantidade e qualidade da pastagem nativa e os animais tiveram menor porcentagem de gordura. A carne dos não castrados apresentou odor característico mais intenso que dos castrados. A pesquisa conclui que os cordeiros abatidos aos 120 dias de idade apresentam carne com melhor qualidade sensorial.

No entanto, Ribeiro et al. (2001), trabalharam com borregos da raça Ile de France, não castrados e castrados, abatidos aos 12 meses de idade e não observaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) no sabor da carne.

Trabalhando com objetivo de avaliar os atributos sensoriais da carne de ovinos de diferentes categorias, utilizando o músculo *Semimembranosus* de cordeiros não castrados (32 kg – 5 meses), ovelhas e capões (55 kg – 60 meses), Pinheiro et al. (2008), relataram que o sabor da carne não foi influenciado pela categoria/peso animal. Este resultado está de acordo com o reportado por Siqueira et al. (2002), que estudaram as características sensoriais do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros abatidos com quatro pesos distintos (28, 32, 36 e 40 kg), alimentados com dieta composta por 35% de feno e 65% de concentrado, e observaram que para a raça Santa Inês não houve diferença entre pesos para os atributos avaliados, com pontuação média de 6,6 para aroma e 6,6 para sabor.

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

Peixoto et al. (2011), pesquisando a influência do genótipo de cordeiros (mestiços x Dorper; mestiços x Santa Inês e mestiços x Somalis) terminados em confinamento, concluíram que não foi observada diferença nos parâmetros de suculência, aroma e sabor no músculo *Longissimus dorsi*.

As respostas sensoriais obtidas por Bonacina et al., (2011) com cordeiros Texel × Corriedale, comprovam que a carne de animais terminados em pastagem ao pé da mãe apresentam menor intensidade ao odor e sabor a carne ovina e menor aroma e sabor residual a gordura, que a dos animais criados no sistema de pastagem e pastagem com suplementação. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que a carne dos animais terminados ao pé da mãe ter apresentado menor teor de gordura.

### 3.4. Conclusão

A inclusão da torta de algodão na dieta de cordeiros até 28% da matéria seca total não afeta negativamente as características físico-químicas, aroma e sabor da carne de cordeiros.

O ácido graxo saturado esteárico ( $C_{18:0}$ ), considerado neutro com relação ao aumento dos níveis de colesterol endógeno, sofreu aumento linear com o acréscimo da torta de algodão na dieta, representando, em média, 17,64% do total de ácidos graxos detectados, a medida que os ácidos graxos saturados mirístico ( $C_{14:0}$ ) e palmítico ( $C_{16:0}$ ), considerados hipercolesterolêmicos, não sofreram efeito da dieta.

Nas presentes condições experimentais, apesar de não ter sido observada diferença significativa para a concentração de ácido linoléico conjugado (CLA), notou-se aumento nos valores absolutos à medida que foi adicionada a torta de algodão na dieta, sendo o maior valor para o tratamento com adição de 14% da mesma, seguido pelo tratamento com 28%.

A utilização da torta de algodão melhora a qualidade da carne de cordeiros, pois em termos absolutos, aumenta a relação ácidos graxos poliinsaturados:ácidos graxos saturados.

A inclusão de níveis crescentes da torta de algodão, até o nível de 28% da MS, tende a diminuir a concentração de ácidos graxos indesejáveis ( $C_{14:0} + C_{16:0}$ ), aumentando a de ácidos graxos desejáveis ( $AGI + C_{18:0}$ ).

### 3.5. Referências bibliográficas

APPLE, J. K.; DIKEMAN, M. E.; MINTON, J. E.; McMURPHY, R. M.; FEDDE, M. R.; LEIGHT, D. E.; UNRUHL, J. A. Effects of restrain and isolation stress and epidural blockade on endocrine and blood metabolite status, muscle gly cogen metabolism, and indice of darck-artting Longissimus muscle of sheep. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2295-2307, 1995.

ARSENOS, G.; KUFIDIS, D.; ZYGOYIANNIS, D.; KATSAOUNIS, N.; STAMATARIS, C. Fatty acid composition of lambs of indigenous dairy greek breeds of sheep as affected by post-weaning nutritional management and weight at slaughter. **Meat Science**, [s.l.], v.73, n.1, p.55-65, mai. 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 18.ed. Maryland: AOAC, 2007.

BATISTA, A. S. M.; COSTA, G. R.; GARRUTI, D. S.; MADRUGA, M. S.; QUEIROGA, R. C. R. E.; FILHO, J. T. A. Effect of energy concentration in the diets on sensorial and chemical parameters of Morada Nova, Santa Inez and Santa Inez x Dorper Lamb meat. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.2017-2013, 2010.

BICKERSTAFFE, R., LE COUTEUR, C. E.; MORTON, J. D. Consistency of tenderness in New Zealand retail meat. In: **International Congress of Meat Science Technology**, v.43, p.196-197, 1997.

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

BONACINA, M. S.; OSÓRIO, M. T. M.; OSÓRIO, J. C. S.; CORRÊA, G. F.; HASHIMOTO, J. I. Influência do sexo e do sistema de terminação de cordeiros Texel x Corriedale na qualidade da carcaça e da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1242-1249, 2011.

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

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

BONAGURIO, S.; PÉREZ, J. R. O.; GARCIA, I. F. F.; SANTOS, C. L.; LIMA, A. L. Composição Centesimal da Carne de Cordeiros Santa Inês puros e de seus Mestiços com Texel Abatidos com Diferentes Pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2387–2393, 2004.

BONANOME, A. M. D.; GRUNDY, S. M. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. New England. **Journal Medicine**. v.318, n.19, p.1244-1247, 1988.

BRESSAN, M. C.; ODA, S. N. I.; CARDOSO, M. G.; FREITAS, R. T. F.; MIGUEL, G. Z.; FARIA, P. B.; VIEIRA, J. O.; PISA, A. C. C.; SAVIAN, T. V. Efeitos dos métodos de abate e sexo na composição centesimal, perfil de ácidos graxos e colesterol da carne de capivaras. **Ciência e Tecnologia de Alimentação**, Campinas, v.24, n.2, p.236-242, 2004.

BRESSAN, M. C.; PRADO, O. V.; PÉREZ, J. R.; 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**, v.21, n.3, p.293-303, 2001.

CHRISTIE, W. W. Lipid analysis. 2th ed. Oxford: Elsevier, 1982. 207 p.

COOPER, S.L.; SINCLAIR, L.A.; WILKINSON, R.G.; HALLETT, K. G.; ENSER, M.; WOOD, J. D. Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid content of muscle and adipose tissue in lambs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1461-1470, 2004.

COSTA, D. P. B.; ROÇA, R. O.; COSTA, Q. P. B.; LANNA, D. P. D.; LIMA, E. S.; BARROS, W. M. Meat characteristics of Nellore steers fed whole cottonseed. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.3, p.183-192, 2013.

COSTA, M. M. C.; BESERRA, F. J.; FILHO, J. M. S.; MORAIS, S. M.; MAIA, E. L. Composição centesimal da carne de cordeiros Dorper x SRD e Santa Inês x SRD terminados na pastagem e em confinamento. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, n.1, p.66-70, 2009a.

COSTA, R. G.; BATISTA, A. S. M.; AZEVEDO, P. S.; QUEIROGA, R. C. R. E.; MADRUGA, M. S.; FILHO, J. T. A. Lipid profile of Lamb meat from different genotypes submitted to diets with different energy levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.532-538, 2009b.

DÍAZ, M. T.; VELASCO, S.; CAÑEQUE, V.; LAUZURICA, S.; HUIDOBRO, F. R.; PÉREZ, C.; GONZÁLEZ, J.; MANZANARES, C. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, v.43, p.257-268, 2002.

DOREAU, M. e FERLAY, A. Digestion and utilization of fatty acids by ruminants. **Animal Feed Science and Techonoly**, n.45, p.379-396, 1994.

FARFAN, J. A. Alimentos que influenciam os níveis de colesterol no organismo. In: Seminário Colesterol: Análise, Ocorrência, Redução em Alimentos e Implicações na Saúde, [s.n.]. Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL, 1996. p.35-44.

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

FELTON, E.E.D.; KERLEY, M.S. Performance and carcass quality of steers fed different sources of dietary fat. **Journal of Animal Science**, v.82, n.6, p.1794-1805, 2004.

FERNANDES, M. A. M.; MONTEIRO, A. L. G.; POLI, C. H. E. C.; BARROS, C. S.; ALMEIDA, R.; RIBEIRO, T. M. D. Composição tecidual da carcaça e perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros terminados a pasto ou em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1600-1609, 2010.

FERNANDES, M. A. M.; MONTEIRO, A. L. G.; POLI, C. H. E. C.; BARROS, C. S.; PRADO, O. R.; SALGADO, J. A. Composição tecidual e perfil de ácidos graxos do lombo de cordeiros terminados em pasto com níveis de suplementação concentrada. **Ciência Rural**, v.39, n.8, p.2485-2490, 2009.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35:1039-1042, 2011.

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

FORNOLS, M. F.; JULIÁN, S. R.; GERRERO, L.; SAÑUDO, C.; CAMPO, M. M.; OLLETA, J. L.; OLIVER, M. A.; CAÑEQUE, V.; ÁLVAREZ, I.; DÍAZ, M. T.; BRANSCHIED, W.; WICKE, M.; NUTE, G. R.; MONTOSI, F. Acceptability of lamb fed on pasture, concentrate or combinations of both systems by European consumers. **Meat Science**, v.81, p 196-202, 2009.

FRENCH, P.; O'RIORDAN, E. G.; MONAHAN, F. J.; CAFFREY, P. J.; MOLONEY, A. P. Fatty acid composition of intra-muscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. **Livestock Production Science**, v.81, p.307-317, 2003.

FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage or concentrate-based diets. **Journal of Animal Science**, London, v.78, p.2849-2855, 2000.

GALLO, S. B.; SIQUEIRA, E. R.; ROSA, G. T. Efeito da nutrição da ovelha e do cordeiro sobre o perfil de ácidos graxos do músculo *Triceps brachii* de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2069-2073, 2007.

GRANDE, P. A.; ALCALDE, C. R.; LIMA, L. S.; AVER L. M.; MACEDO, F. A. F. MATSUSHITA, M. Características quantitativas da carcaça e qualitativas do músculo *Longissimus dorsi* de cabritos  $\frac{3}{4}$  Boer +  $\frac{1}{4}$  Saanen confinados recebendo rações contendo grãos de oleaginosas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1104-1113, 2009.

HALL, M.B. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. Florida: University of Florida, 2000. p. A-25 (Bulletin, 339).

HAMM, R. Biochemistry of meat hydratation. Advances in Food Research, Cleveland, v.10, n.2, p.335-443, 1960.

HARA, A.; RADIN, N.S. Lipid extration of tissues of low-toxicity solvent. Analytical **Biochemistry**, v.90, n.1, p.420-426, 1978.

HEDRICK, H. B. ; ABERLE, E. D. ; FORREST, J. C. ; JUDGE, M. D. ; MERKEL, R. A. **Principles of Meat Science**. 3ed. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company, 1994. 354p.

HUERTA-LEIDENZ, N. O.; CROSS, H.R.; LUNT, D.K.; PELTON, L. S.; SAVELL, J. W.; SMITH, S. B. Growth, carcass traits, and fatty acid profiles of adipose tissues from steers fed whole cottonseed. **Journal of Animal Science**, v.69, n.9, p.3665-3672, 1991.

LANZA, M.; BELLA, M.; PRIOLO, A.; FASONE, V. Peãs (*Pisum sativum* L.) as na alternative protein source in lam diets: growth perormarces, and carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, v.47, n.1, p.63-68, 2003.

LEÃO, A. G.; SOBRINHO, A. G. S.; MORENO, G. M. B.; SOUZA, H. B. A.; PEREZ, H. L.; LOUREIRO, C. M. B. Características nutricionais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1072-1079, 2011.

LIMA, L. R. **Níveis de torta de algodão na dieta de cordeiros em confinamento**. 2012. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

LÔBO, A. M. B. O; GUIMARÃES, S. E. F.; LÔBO, R. N. B.; BOMFIM, M. A. D.; FACÓ, O.; JÚNIOR, G. A. F. Perfil de ácidos graxos na carne de cordeiros de quatro genótipos. **48º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Belém/PA. 2011. 3p.

MADRUGA, M. S.; ARAÚJO, W. O.; SOUSA, W. H.; CÉZAR, M. F.; GALVÃO, M. S.; CUNHA, M. G. G. Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição química o perfil

de ácidos graxos da carne de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1838-1844, 2006.

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

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

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. *Sensory Evaluation Techniques*. Boca Raton: CRC Press, 1990, 281p.

MACEDO, V.P.; GARCIA, C.A; SILVEIRA, A.C.; MONTEIRO, A. L. G; MACEDO, F. A. F. SPERS, R. C. Composição tecidual e química do lombo de cordeiros alimentados com rações contendo sementes de girassol em comedouros privativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1860-1868, 2008.

MADRUGA, M. S. Qualidade química, sensorial e aromática da carne caprina: Mitos e Verdades. In: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPÉCIE CAPRINA, 8, 2004, **Palestra...** Botucatu. 2004.

MADRUGA, M. S.; VIEIRA, T. R. L.; CUNHA, M. G. G.; PEREIRA FILHO, J. M.; QUEIROGA, R. C. R. E.; SOUZA, W. H. Efeitos de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1496-1502, 2008.

MIR, P.S.; MCALLISTER, T.A.; SCOTT, S.; AALHUS, J.; BARON, V.; MCCARTNEY, D.; CHARMLEY, E.; GOORNEWARDENE, L.; BASARAB, J.; OKINE, E.; WESELAKE, R.; MIR, Z. Conjugated linoleic acid enriched beef production. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, n.6, p.1207-1211, 2004.

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

MORENO, G. M. B.; BUZZULINI, C.; BORBA, H.; COSTA, A. J.; LIMA, T. M. A.; DOURADO, J. F. B. Efeito do genótipo e do teor de proteína da dieta sobre a qualidade da carne de cordeiros. **Rev. Bras. Saúde e Prod. An., Salvador**, v.12, n.3, p.630-640, jul/set, 2011.

MOTTRAM, D.S. Flavour formation in meat and meat products: a review. **Food Chemistry**, v.62, n.4, p.415-424, 1998.

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

NELSON, M. L.; BUSBOOM, J. R.; ROSS, C. F.; O'FALLON, J. V. Effects of supplemental fat on growth performance and quality of beef from steers fed corn finishing diets. **Journal of Animal Science**, v.86, n.4, p 936-948, 2008.

NURNBERG, K.; WEGNER, J.; ENDER, K. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. **Livestock Production Science**, v.56, p.145-156, 1998.

OLIVEIRA, I.; SILVA, T. J. P.; FREITAS, M. Q.; TORTELLY, R.; PAULINO, F. O. Caracterização do processo de rigor mortis em músculo de cordeiros e carneiros da raça Santa Inês e maciez da carne. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.32, n.1, p.25-31, 2004.

OLIVEIRA, R. L.; LADEIRA, M. M.; BARBOSA, M. A. A. F.; ASSUNÇÃO, D. M. P.; MATSUSHITA, M.; SANTOS, G. T.; OLIVEIRA, R. L. Ácido linoléico conjugado e perfil de ácidos graxos no músculo e na capa de gordura de novilhos bubalinos alimentados com diferentes fontes de lipídeos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.169-178, 2008.

OSÓRIO, M. T. M.; BONACINA, M. S.; OSÓRIO, J. C. S.; ROTA, E. L.; FERREIRA, O. G. L.; TREPTOW, R. O.; GONÇALVES, M. S.; OLIVEIRA, M. M. Características sensoriais da carne de ovinos Corriedale em função da idade de abate e da castração. **Revista Agrarian**, v.6, n.19, p.60-66, 2013.

OSÓRIO, J. C.; OSÓRIO, M. T. M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.292-300, 2009.

PEIXOTO, L. R. R., BATISTA, A. S. M.; BOMFIM, M. A. D.; VACONCELOS, A. M.; FILHO, J. T. A. Características físico-químicas e sensoriais da carne de cordeiros de diferentes genótipos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.1, p.117-125, 2011.

PELLEGRINI, L. F. V.; PIRES, C. C.; KOZLOSKI, G. V.; TERRA, N. N.; BAGGIO, S. R.; CAMPAGNOL, P. C. B.; GALVANI, D. B.; CHEQUIM, R. M. Perfil de ácidos graxos da carne de ovelhas de descarte de dois grupos genéticos submetidas a dois sistemas de manejo. **Ciência Rural**, v.37, n.6, p.1786-1790, nov-dez, 2007.

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

PETROVA, Y.; BANSKALIEVA, V.; DIMOV, V. Effect of feed on distribution of fatty acids at Sn-2-position in triacylglycerols of different adipose tissues in lambs. **Small Ruminant Research**, v.13, p.263-267, 1994.

PINHEIRO, R. S. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; SOUZA, H. B. A.; YAMAMOTO, S. M. Qualidade de carnes provenientes de cortes de carcaça de cordeiros e de ovinos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1790-1796, 2009.

PINHEIRO, R. S. B.; SILVA SOBRINHO, A. G.; SOUZA, H. B. A.; YAMAMOTO, S. M. Características sensoriais da carne de cordeiros não castrados, ovelhas e capões. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.9, n.4, p.787-794, out/dez, 2008.

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

PRATES, J.A.M. Maturação da carne dos mamíferos: 1. Caracterização geral e modificações físicas. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.95, n.533, p.34-41, 2000.

PRESTON, R. L.; BARTLE, S. J.; RULE, D. C. Effect of whole cottonseeds in cattle finishing diets on growth, efficiency and body composition. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v.2, n.2, p.505-506, 1989.

PRIOLO, A.; MICOL, D.; AGABRIEL, J.; PRACHE, S.; DRANSFIELD, E. Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. **Meat Science**, v.62, n.2, p.179-185, 2002.

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

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

RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. D. F.; SOUZA RIBEIRO, H. J. S.; MORI, R. M. Carcaça de borregos Ile de France inteiros ou castrados e Hampshire Down castrados abatidos aos doze meses de idade. **Revista Ciência Rural**, v.31, n.3, p.479-482, 2001.

ROÇA, R. O.; BONASSI, I. A. Seleção de provadores para produtos cárneos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 7, Itabuna/Ilhéus, 1985. Anais... Itabuna/Ilhéus: SBCTA, 1985, p. 83.

ROÇA, R. O.; SERRANO, A.M.; BONASSI, I. A. Utilização de toucinho na elaboração de fiambres com carne de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.8, n.1, p.67-

76, 1988.

ROSALES, M. D. **Influência da alimentação na qualidade de carne de ovinos Santa Inês**. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2003. 69p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, 2003.

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

SANTELLLO, G. A.; MACEDO, F. A. F.; DIAS, F. J.; MEXIA, A. A.; MACEDO, R. M. G.; LOURENÇO, F. J. Desempenho e características histoquímicas do tecido muscular esquelético de cordeiras terminadas em diferentes sistemas. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v.31, n.4, p.425-431, 2009.

SAÑUDO, C.; ALFONSO, M.; SÁNCHEZ, A.; DELFA, R.; TEIXEIRA, A. Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in the EU carcass classification system. **Meat Science**, v.56, p.89-94, 2000.

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

SANTANA, G. Z. M.; OLIVEIRA, A. L.; NEIVA, J. N. M.; BORGES, I.; MORAES, S. A.; FREIRE, A. C. H.; DAVI; MARTINS, R. T. Qualidade de carne de cordeiros Santa Inês alimentados com dietas contendo subprodutos agroindustriais. **41ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. 19/07/2004. Campo Grande/MS, 4p.

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J.; MENDES, I. A. The effect of supplementation with expanded sunflower seed on carcass and meat quality of lambs raised on pasture. **Meat Science**, [s.l.], v.65, n.4, p.1301-1308, dez. 2003.

SAVELL, J.; MILLER, R.; WHEELER, T. et al. Standardized Warner-Bratzler shear force procedures for genetic evaluation. 1998.

SCOLLAN, N.D.; CHOI, N.J.; KURT, E.; FISHER, A. V.; ENSER, M.; WOOD, J. D. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. **British Journal of Nutrition**, v.85, p.115-124, 2001.

SIGNORETTI, R. D. Exploração de ganho compensatório como estratégia nutricional. In: SIGNORETTI, R. D. et al. **Confinamento: gestão e Economia**, Jaboticabal: FUNEP, 2006, p. 57-79.

SILVA SOBRINHO, A. G. S. Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina. In: **A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS**. Piracicaba: FEALQ. 2001. p. 425-460.

SILVA SOBRINHO, A. G.; PURCHAS, R. W.; KADIM, I. T.; MARIYAMAMOTO, S. Características de Qualidade da Carne de Ovinos de Diferentes Genótipos e Idades ao Abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1070-1076, 2005.

SILVA SOBRINHO, A. G.; ZEOLA, N. M. B.; SOUZA, P. A. et al. Qualidade da carne ovina *in natura* e congelada por diferentes métodos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41. 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2004]. (CD-ROM).

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

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.10, p.3562-3577, 1992.

SNOWDER, G. D.; DUCKETT, S. K. Evaluation of the South African Dorper as a terminal sire breed for growth, carcass, and palatability characteristics. **Journal Animal Science**, v.81, p.368-375, 2003.

SOUZA, X. R.; BRESSAN, M. C.; PERÉZ, J. R. O.; FARIA, P. B.; VIEIRA, J. O.; KABEYA, D. M. Efeitos do grupo genético, sexo e peso ao abate sobre as propriedades físico-químicas da carne de cordeiros em crescimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.4, p.543-549, 2004.

TEIXEIRA, A.; BATISTA, S.; DELFA, R.; CADAVEZ, V. Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation. Influence of breed, sex and live weight. **Meat Science**, v.71, p.530-536, 2005.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VELASCO, S.; CAÑEQUE, V.; LAUZURICA, S.; PEREZ, C.; HUIDOBRO, F. Effect of different feeds on meat quality and fatty acid composition of lambs fattened at pasture. **Meat Science**, v.66, p.457-465, 2004.

VIEIRA, T. R. L.; CUNHA, M. G. G.; GARRUTTI, D. S.; DUARTE, T. F.; FÉLEX, S. S. S.; PEREIRA FILHO, J. M.; MADRUGA, M. S. Propriedades físicas e sensoriais da carne de cordeiros Santa Inês terminados em dietas com diferentes níveis de caroço de algodão integral (*Gossypium hirsutum*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.2, p.372-377, abr-jun, 2010.

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

WOOD, J.D. ENSER, M., FISHER, A.V.; NUTE, G. R.; SHEARD, P. R.; RICHARDSON, R. I.; HUGHES, S. I.; WHITTINGTON, F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, n.78, p.343-358, 2008.

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

YAMAMOTO, S. M., SOBRINHO, A. G. S. VIDOTTI, R. M.; HOMEM JUNIOR, A. C.; PINHEIRO, R. S. B.; BUZZULINO, C. Desempenho e digestibilidade dos nutrientes em cordeiros alimentados com dietas contendo silagem de resíduos de peixe. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.36, n.4, p.1131-1139, 2007.

ZAPATA, J. F. F.; NOGUEIRA, C. M.; SEABRA, L. M. J.; BEZERRA, L. C. N. M.; BESERRA, F. J. Características da carne de pequenos ruminantes do Nordeste do Brasil. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.37, n.2, p.146-153, 2003.

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

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

ZEOLA, N. M. B. L.; SILVA SOBRINHO, A. G.; GONZAGA NETO, S.; MARQUES, C. A. T. Composição centesimal da carne de cordeiros submetidos a dietas com diferentes teores de concentrado. **Ciência Rural**, v.34, n.1, 2004.