



IZAC LEOPOLDINO JÚNIOR

**PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NA CARNE DE
CORDEIROS SANTA INÊS ALIMENTADOS
COM GORDURA PROTEGIDA E VITAMINA E**

**LAVRAS - MG
2011**

IZAC LEOPOLDINO JÚNIOR

**PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NA CARNE DE CORDEIROS SANTA
INÊS ALIMENTADOS COM GORDURA PROTEGIDA E VITAMINA E**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dr^a. Iraides Ferreira Furusho Garcia

Coorientadores

Dr. Juan Ramón Olalquiaga Pérez

Dr^a. Nadja Gomes Alves

**LAVRAS - MG
2011**

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

Leopoldino Júnior, Izac.

Perfil de ácidos graxos na carne de cordeiros Santa Inês
alimentados com gordura protegida e vitamina E / Izac Leopoldino
Júnior. – Lavras : UFLA, 2011.

153 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Iraides Ferreira Furusho Garcia.

Bibliografia.

1. Alimentação. 2. Lipídeos. 3. Ovinocultura. 4. Qualidade de
carne. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.313

IZAC LEOPOLDINO JÚNIOR

**PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS NA CARNE DE CORDEIROS SANTA
INÊS ALIMENTADOS COM GORDURA PROTEGIDA E VITAMINA E**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes, para obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 11 de maio de 2011.

Dr. Juan Ramón Olalquiaga Pérez UFLA

Dr. Eduardo Mendes Ramos UFLA

Dr. Márcio Machado Ladeira UFLA

Dr.^a. Iraides Ferreira Furusho Garcia

Orientadora

**LAVRAS - MG
2011**

À Deus.

OFEREÇO

*Aos meus pais, Izac Leopoldino e Maria Helena e as minhas irmãs,
Ana Maria e Amanda.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da paciência e sabedoria em esperar esse momento e pela felicidade que estou sentindo na realização desse sonho.

Aos meus pais, Izac Leopoldino e Maria Helena, pelo apoio e incentivo à realização, não somente do mestrado, mas de tudo que já fiz na vida. Pelo amor, em seu pleno significado, que sinto de vocês.

As minhas irmãs, Ana Maria e Amanda, pela amizade, amor e carinho que sempre tiveram comigo.

À professora Iraides Ferreira Furusho Garcia pela orientação, amizade, confiança, compreensão, pelos ensinamentos e harmoniosa convivência. Ao seu esposo, Idalmo, pela amizade e não apenas às ajudas concedidas, mas também por que sempre esteve disponível em ajudar.

Ao professor Juan Ramón Olalquiaga Pérez pela coorientação, confiança, amizade e valiosos ensinamentos e também por disponibilizar o setor de ovinos de corte e os cordeiros para realização do experimento.

À Universidade Federal de Lavras – UFLA e ao Departamento de Zootecnia – DZO, pela oportunidade concedida para realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pelo financiamento do projeto.

Ao professor Eduardo Mendes Ramos que muito auxiliou nas análises de qualidade da carne.

Ao professor Marcio Machado Ladeira por disponibilizar alguns reagentes e ao laboratório de qualidade de carnes do DZO.

À professora Nadja Gomes Alves pela coorientação e confiança.

Ao Silas, Marco Túlio, Manuel (Colômbia) e José Rodolfo (Brigadeiro) pela amizade, ajuda e ótima convivência na república Perna de Peixe. Com destaque ao Silas e ao Brigadeiro pela grande ajuda em todas as fases da execução desse trabalho.

Aos amigos de ontem, de hoje e sempre, Otávio, Rafael, Alexandre, Ivan, Rodrigo, Heberte e Gaspar.

À UFVJM e a todos os professores e amigos, em especial ao Flávio, Tharcilla, Amélia, Natália, Getúlio e Vinícius (Glicose). Com destaque para o Flávio e a Tharcilla pela enorme ajuda na etapa final desse trabalho.

À Adriana pela boa convivência na condução do experimento.

A todos meus tios e primos, em especial a Domitildes de Oliveira por sempre me incentivarem a continuar estudando

Aos amigos, Ivan, Viviane, Fabrício, Patrícia, pela ótima convivência e incontestável auxílio na realização desse trabalho.

Aos integrantes do GAO (Grupo de Apoio à Ovinocultura), em especial o Daniel, Laura, Leonardo, Daiana, que muito me ajudaram em diversas análises.

As estagiárias Fernanda, Valéria e Daviane, pela grande ajuda.

Aos colegas da Pós-Graduação.

Aos funcionários do DZO: Borginho, Joelma, Eliana, José Virgílio, Márcio, Hélio, Delson, Sebastião e Carlos.

E a todos que estiveram presentes até a realização dessa dissertação.

MUITO OBRIGADO!

*"Há homens que lutam um dia e são bons.
Há outros que lutam um ano e são melhores.
Há os que lutam muitos anos e são muito bons.
Porém, há os que lutam toda a vida.
Esses são os imprescindíveis."*

Bertolt Brecht

BIOGRAFIA

IZAC LEOPOLDINO JÚNIOR, filho de Izac Leopoldino e Maria Helena de Oliveira Leopoldino, nasceu em Lagoa da Prata, Minas Gerais, em 5 de outubro de 1984. Em fevereiro de 2000 iniciou o curso de Técnico em Agropecuária na EAFBi – Escola Agrotécnica Federal de Bambuí, localizada em Bambuí, Minas Gerais, concluindo em maio de 2003. Em fevereiro de 2005, iniciou o Curso de Graduação em Zootecnia, na UFVJM – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, em Diamantina, Minas Gerais, onde foi bolsista de Iniciação Científica pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), graduando-se em julho de 2009. Em fevereiro de 2010, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de mestrado, Área de Concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes (Ovinos), da UFLA – Universidade Federal de Lavras, em Lavras, Minas Gerais, submetendo-se à defesa em maio de 2011, onde foi bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Em fevereiro de 2011, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de doutorado (mudança de nível), Área de Concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes (Ovinos), da UFLA – Universidade Federal de Lavras, localizada em Lavras, Minas Gerais, sendo bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar o peso de abate, o uso de fonte de ácido graxo poli-insaturado, a gordura protegida, e o uso da vitamina E (precursor DL α -tocoferil acetato), na dieta de cordeiros confinados em fase de terminação, e seus efeitos sobre: a composição química da carne, o perfil de ácidos graxos na fração lipídica do músculo, atividade das enzimas dessaturases 16 e 18, elongases, o índice de aterogenicidade e a oxidação lipídica da gordura muscular. Foram avaliadas quatro dietas: controle; controle + 0,05% DL α tocoferil acetato; controle + 4% de gordura protegida; e controle + 0,05% DL α tocoferil acetato + 4% de gordura protegida. Durante 84 dias, 32 cordeiros da raça Santa Inês, com idade inicial média de 5 meses (média=154 dias \pm 23,5) e dois pesos vivo inicial médio, 20kg (média=23,05 kg \pm 1,62) e 30 kg (média=32,63 kg \pm 1,72), foram distribuídos aleatoriamente em cada dieta, sendo quatro animais por dieta em cada faixa de peso. Os pesos de abates foram 45 kg (média= 44,10 kg \pm 3,53) e de 55 kg (média=55,08kg \pm 4,04). O delineamento usado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, sendo dois pesos vivo de abate (45 e 55 kg); ausência ou presença de gordura protegida (0 e 4% na dieta total); e ausência ou presença de vitamina E (0 e 0,05% DL α tocoferil acetato na dieta total). A composição química da carne não foi alterada pelos fatores avaliados. O efeito da gordura protegida, em alterar as concentrações de ácidos graxos saturados e insaturados está dependente do peso vivo do animal, sendo que o peso de abate de 55 kg, nos animais que consumiram gordura protegida, apresentou maiores proporções de ácidos graxos insaturados na fração lipídica do músculo *Longissimus dorsi*. O uso de gordura protegida nos cordeiros abatidos com 55 kg, teve efeito em elevar o teor do ácido graxo C16:0. A relação ω 6 / ω 3 no músculo *Longissimus dorsi* foi maior com o uso da gordura protegida nos animais abatidos com 55 kg de peso vivo. Sem a inclusão de gordura protegida na dieta, animais abatidos com 55 kg apresentaram maior relação ω 6 / ω 3. A gordura protegida aumentou os teores de CLA (Ácido Linoleico Conjugado). O peso vivo de abate, a inclusão de gordura protegida e de vitamina E influenciou a atividade da Δ 9 dessaturase 18. A gordura protegida e o peso de abate de 55 kg elevou o índice de aterogenicidade. A inclusão de vitamina E na dieta diminuiu os valores de malonaldeído da carne de cordeiro e o uso de gordura protegida em associação com vitamina E na dieta de cordeiros Santa Inês melhora a qualidade da carne, pois eleva a concentração dos ácidos graxos benéficos à saúde humana, aumentando ainda a vida útil da carne.

Palavras-chave: Alimentação. Lipídeos. Ovinocultura. Qualidade de carne.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the slaughter weight, the use of source of polyunsaturated fatty acid, fat protected, and use of vitamin E (DL precursor α -tocopheryl acetate) in the diet of feedlot lambs in the finishing phase, and its effects on: the chemical composition of meat, the fatty acid profile in the lipid fraction of muscle, activity of desaturase enzymes 16 and 18, elongases, atherogenicity index and lipid oxidation of muscular fat. They were four diets: control, control + 0.05% DL α tocopheryl acetate, control + 4% fat protected; and control + 0.05% DL α tocopheryl acetate + 4% of protected fat. During 84 days, 32 Santa Inês lambs, with an average initial age of 5 months (mean = 154 days \pm 23.5) and two initial average live weight, 20 kg (mean = 23.05 kg \pm 1.62) and 30 kg (mean = 32.63 kg \pm 1.72), were randomized in each diet, being four animals per diet in each weight range. The slaughter weights were 45 kg (mean = 44.10 kg \pm 3.53) and 55 kg (mean = 55.08 kg \pm 4.04). The design was completely randomized in a 2 x 2 x 2, being two live slaughter weights (45 and 55 kg), absence or presence of protected fat (0 and 4% of the total diet), and absence or presence of vitamin E (0 and 0.05% DL α tocopheryl acetate of the total diet). The chemical composition of the meat was not changed by the factors evaluated. The effect of protected fat in changing the concentrations of saturated and unsaturated fatty acids is dependent on the weight from the animal, and the slaughter weight of 55 kg, in the animals fed protected fat, had greater proportions of unsaturated fatty acids in lipid fraction of muscle *Longissimus dorsi*. The use of protected fat in the lambs slaughtered with 55 kg, had no effect in increasing the fatty acid C16: 0. The relationship ω 6/ ω 3 in muscle *Longissimus dorsi* was higher with the use of protected fat in animals slaughtered with 55 kg live weight. Without the inclusion of fat in the diet, animals slaughtered with 55 kg showed higher relation ω 6/ ω 3. The protected fat increased the content of CLA (Conjugated Linoleic Acid). Live weight at slaughter, the inclusion of protected fat and vitamin E influenced the activity of Δ 9 desaturase 18. The protected fat and slaughter weight of 55 kg increased the atherogenicity index. The inclusion of vitamin E in the diet decreased malonaldehyde values of lamb meat and the use of protected fat in combination with vitamin E in the diet of Santa Ines lambs improves meat quality, as increased levels of fatty acids beneficial to human health, further increasing the life of the flesh.

Keywords: Feed. Lipid. Sheep. Meat quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Digestão ruminal dos lipídios	28
Figura 2	Biohidrogenação ruminal dos ácidos linoleico e α -linolênico em função da via metabólica de duas bactérias (A e B). Harfoot e Hazlewwok (1997).....	29
Figura 3	Árvore filogenética com base na análise da sequência 16S rRNA das bactérias relacionadas com <i>Butyrivibrio</i> , a seu metabolismo do ácido linoleico (LA), e sua sensibilidade à inibição do crescimento por LA.....	30
Figura 4	Vias bioquímicas dos ácidos graxos ômega 6. Sprecher (2000).....	32
Figura 5	Vias bioquímicas dos ácidos graxos ômega 3. Sprecher (2000).....	32
Figura 6	Ácidos graxos de cadeia longa.....	55
Figura 7	Sabões de Cálcio.....	55
Figura 8	Estrutura química dos isômeros com a atividade biológica da vitamina E.....	57
Figura 9	Mecanismo de atuação do α -tocoferol individualmente e em sinergia com a vitamina C	64
Figura 10	Oxidação de ácido graxo poli-insaturado	68

LISTA DE QUADRO E TABELAS

Quadro 1	Funções principais dos ácidos graxos no organismo	50
Tabela 1	Dezoito maiores rebanhos ovinos no mundo em 2009.....	22
Tabela 2	Produção de carne ovina, em toneladas de carcaças, dos cinco maiores produtores do mundo e do Brasil no ano de 2009	23
Tabela 3	Teores médios de CLA (mg/g de gordura) em diferentes alimentos	44
Tabela 4	Recomendações diárias para o consumo de ácidos graxos, em g/dia, em adultos	52
Tabela 5	Recomendações de consumo de ácidos graxos	53
Tabela 6	Composição média de ingredientes e bromatológica (% na matéria seca) das dietas experimentais: controle (C), com vitamina E (VitE), com gordura protegida (GP), com vitamina E e gordura protegida (VitEGP).....	82
Tabela 7	Efeito do peso de abate, da inclusão de gordura protegida e de vitamina E sobre os parâmetros de desempenho e de consumo de nutrientes	88
Tabela 8	Probabilidades e valores médios dos parâmetros físicos de qualidade da carne do <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros Santa Inês em função do peso de abate (P), da inclusão de gordura protegida (G) e vitamina E (V), e suas interações.....	89
Tabela 9	Probabilidades e valores médios da composição química do <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros Santa Inês em função do peso gordura (peso de abate agrupado com gordura protegida), da vitamina E e a interação	91

Tabela 10	Probabilidades e valores médios dos somatórios e relações dos ácidos graxos saturados (AGS), insaturados (AGI), monoinsaturados (AGMI) e dos poli-insaturados (AGPI) da fração lipídica do <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros Santa Inês em função do peso gordura (peso de abate agrupado com gordura protegida), da vitamina E e a interação.....	93
Tabela 11	Valores médios dos somatórios (Σ) dos ácidos graxos saturados, insaturados, monoinsaturados e poli-insaturados da fração lipídica do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros em função da interação gordura protegida x peso de abate.....	95
Tabela 12	Valores médios das relações dos ácidos graxos saturados (AGS), insaturados (AGI), monoinsaturados (AGMI) e poli-insaturados (AGPI) da fração lipídica do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros em função da interação gordura protegida x peso de abate.....	97
Tabela 13	Probabilidades e valores médios dos ácidos graxos C12:0, C14:0, C16:0 e o somatório desses ácidos graxos na fração lipídica do <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros Santa Inês em função do peso gordura (peso de abate agrupado com gordura protegida), da vitamina E e a interação	99
Tabela 14	Valores médios dos ácidos graxos C12:0 e C16:0 da fração lipídica do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros em função da interação gordura protegida x peso de abate	100
Tabela 15	Probabilidades e valores médios dos somatórios dos ácidos graxos C18:1, C18:2, C18:3 e o somatório dos três da fração lipídica do <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros Santa Inês em função do peso gordura (peso de abate agrupado com gordura protegida), da vitamina E e a interação	102

Tabela 16	Valores médios dos somatórios dos ácidos graxos C18:1 e do somatório do C18:2 e do somatório dos C18:1, C18:2 e C18:3 da fração lipídica do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros em função da interação gordura protegida x peso de abate.....	103
Tabela 17	Probabilidades e valores médios dos ácidos graxos C18:3 n6, C18:3 n3 e C20:3n3 e dos somatórios dos ácidos graxos classificados como ω 3 (ômega 3) e somatório dos ω 6, o somatório de ω 3 e ω 6 e a relação $\sum \omega$ 6/ $\sum \omega$ 3 na fração lipídica do <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros Santa Inês em função do peso gordura (peso de abate agrupado com gordura protegida), da vitamina E e a interação	105
Tabela 18	Valores médios do ácido graxo C18:3 n3 e do somatório dos ácidos graxos ω 6, o somatório dos ω 6 e somatório dos ω 3 e a relação $\sum \omega$ 6/ $\sum \omega$ 3 da fração lipídica do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros em função da interação gordura protegida x peso de abate	107
Tabela 19	Probabilidades e valores médios dos ácidos graxos C16:1 <i>cis</i> 9, C18:0, C18:1 <i>cis</i> 9, C18:1 <i>cis</i> 12, C18:2 <i>cis</i> 9 <i>cis</i> 12 e do C18:2 <i>cis</i> 9 <i>trans</i> 11 da fração lipídica do <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros Santa Inês em função do peso gordura (peso de abate agrupado com gordura protegida), da vitamina E e a interação	108
Tabela 20	Valores médios dos ácidos graxos C16:1 C9, C18:1 C9, C18:1 C12, C18:2 C9 C12 e do C18:2 C9 T 11 da fração lipídica do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros em função da interação gordura protegida x peso de abate	108

Tabela 21	Valores médios do ácido graxo C18:0 da fração lipídica do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros em função da interação tripla: gordura protegida x peso de abate x vitamina E	111
Tabela 22	Probabilidades e valores médios das atividades das enzimas $\Delta 9$ dessaturase 16, $\Delta 9$ dessaturase 18 e Elongase e do Índice de Aterogenicidade (IA) da fração lipídica do <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros Santa Inês em função do peso gordura (peso de abate agrupado com gordura protegida), da vitamina E e a interação	112
Tabela 23	Valores médios da atividade da enzima $\Delta 9$ dessaturase 18 da fração lipídica do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros em função da interação tripla: gordura protegida x peso de abate x vitamina E	114
Tabela 24	Valores médios das atividades das enzimas $\Delta 9$ dessaturase 16, $\Delta 9$ dessaturase 18 e Elongase e do Índice de Aterogenicidade (IA) da fração lipídica do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros em função da interação gordura protegida x peso de abate	115
Tabela 25	Probabilidades em função do peso de abate, da inclusão de gordura protegida e vitamina E, e suas interações para os teores de malonaldeído/kg do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros.....	116
Tabela 26	Efeito do peso de abate agrupado com a gordura protegida sobre os teores, em mg, de malonaldeído/kg de carne	116
Tabela 27	Desdobramento da interação dupla vitamina E x tempo sobre os teores, em mg, de malonaldeído/kg de carne, com o efeito sem interação do tempo e da vitamina	117

LISTA DE SIGLAS

AGI	Ácido Graxo Insaturado
AGMI	Ácido Graxo Monoinsaturado
AGPI	Ácido Graxo Poli-insaturado
AGS	Ácido Graxo Saturado
ALA	Ácido Linolênico
AOL	Área de Olho de Lombo
ATP	Adenosina Trifosfato
CLA	Ácido Linoleico Conjugado
DHA	Ácido Graxo C22:6 n-3
EGS	Espessura da Gordura Subcutânea
EPA	Ácido Graxo C20:5n-3
FAO	<i>Food and Agricultural Organization</i>
FLM	Fração Lipídica do Músculo
GP	Gordura Protegida
HDL	Lipoproteínas de Alta Densidade
LA	Ácido Linoleico
LCAPI	Ácido Graxo Poli-insaturado de Cadeia Longa
LD	<i>Longissimus dorsi</i>
LDL	Lipoproteínas de Baixa Densidade
pH	Potencial Hidrogeniônico
PM	Profundidade do Lombo
UI	Unidade Internacional
VLDL	Lipoproteínas De Baixíssima Densidade

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
α	Alfa
β	Beta
Σ	Somatório
Δ	Delta

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
2	REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1	Ovinocultura	22
2.1.1	Ovinos Santa Inês	25
2.2	Lipídios	26
2.2.1	Ácidos graxos	34
2.2.1.1	Ácidos graxos saturados	38
2.2.1.2	Ácidos graxos insaturados	40
2.2.1.3	Ácidos graxos monoinsaturados	40
2.2.1.4	Ácidos graxos poli-insaturados	43
2.2.2	Funções dos ácidos graxos no organismo	49
2.2.3	Gordura protegida	54
2.3	Vitamina E	56
2.4	Oxidação lipídica	59
2.5	Qualidade de carne	71
2.5.2	Composição química	77
3	MATERIAL E MÉTODOS	81
3.1	Caracterização do experimento	81
3.2	Coleta de amostras e análises	83
3.3	Análise estatística	85
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	87
4.1	Composição química da carne	91
4.2	Teores dos ácidos graxos da fração lipídica do músculo Longissimus dorsi	93
4.4	Atividades das enzimas $\delta 9$ dessaturase 16 e 18, elongase e o índice de aterogenicidade	112

4.5	Oxidação da gordura do músculo longísimus	115
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	118
6	CONCLUSÃO	119
	REFERÊNCIAS	120

1 INTRODUÇÃO

Na sociedade globalizada o consumidor está mais informado, procurando alimentos que trazem benefícios à saúde humana, além da satisfação de consumo relacionadas às características sensoriais da carne.

Apesar do consumo de carne ovina no Brasil ser considerado baixo, quando comparado às outras carnes mais tradicionais, como: bovina, suína e de aves; observa-se um crescimento nos últimos anos, principalmente nas grandes cidades, onde o poder aquisitivo da população é maior. Porém, tal mercado exige qualidade, cortes especiais e continuidade de abastecimento. Para a consolidação definitiva e conquista de novos mercados, a produção de carne ovina de qualidade é fundamental. Portanto, torna-se necessário a busca de manejos, principalmente nutricionais, que proporcionem um produto que seja atrativo ao consumidor.

Na atual conjuntura da produção ovina no Brasil, a demanda por essa carne é maior que a oferta (FAO, 2009). Fato que incentiva os produtores a adotarem o confinamento para obtenção de maior produtividade. Contudo, é um manejo que favorece a obtenção de carne com maiores proporções de gordura, sendo desejável então, que essa gordura seja produzida em quantidade que não prejudique as características sensoriais da carne, e que esta tenha maiores proporções de ácidos graxos benéficos à saúde humana, como os ácidos graxos poli-insaturados.

A gordura presente nas carnes traz preocupações quanto à saúde do consumidor por ser um componente que afeta, por exemplo, a taxa de colesterol entre outros fatores, como as pesquisas já indicam que não é desejável que se diminua excessivamente a proporção de gordura na carne pelo fato de promover prejuízos tanto nas características de carcaça, como nas características sensoriais da carne.

A utilização de fontes de gordura na dieta, como exemplo, a gordura protegida, pode proporcionar uma carne com maiores proporções de ácidos graxos poli-insaturados. Entretanto, em sistema de manejo confinado, com animais em fase de crescimento, modificações no ambiente ruminal podem prejudicar a produção desses ácidos graxos poli-insaturados durante o processo de biohidrogenação. Ainda, em se tratando de animais em crescimento, a exigência de vitamina E nesta fase é alta justamente para atender a essa necessidade. Em uma situação que a suplementação não é realizada pode-se prever a oxidação das gorduras a serem depositadas na carne, degeneração do músculo e alteração da cor da carne, culminando em um menor tempo de prateleira do produto.

Desta forma, torna-se importante realizar pesquisas que aliem a terminação de cordeiros em confinamento com dietas que proporcionem uma carne ovina dentro dos parâmetros de qualidade desejável ao consumidor. Essa linha de pesquisa é de grande interesse para os principais elos da cadeia produtiva da ovinocultura no país, considerando que a atividade necessita, não somente do aumento de produtividade para atender a crescente demanda, mas também de um ótimo “*marketing*” do produto, principalmente quanto à qualidade.

Portanto, o presente trabalho objetivou avaliar o uso de gordura protegida, e da vitamina E (precursor DL α -tocoferil acetato), na dieta de cordeiros em terminação, e seus efeitos sobre: o perfil de ácidos graxos da fração lipídica do músculo, a composição química e a oxidação lipídica da gordura muscular.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ovinocultura

Fatores como o aumento do poder aquisitivo, a abertura do comércio internacional e a estabilidade monetária trouxeram um cenário favorável para o desenvolvimento da ovinocultura, cenário propício para reestruturação da cadeia produtiva (VIANA, 2008).

A ovinocultura está presente em praticamente todos os continentes (Tabela 1), a ampla difusão da espécie se deve principalmente à sua adaptabilidade a diferentes climas, relevos e vegetações.

Tabela 1 Dezoito maiores rebanhos ovinos no mundo em 2009

Posição	País	Rebanho (milhões de cabeças)	% do Rebanho Mundial
1º	China	128,557	12,00
2º	Austrália	72,740	6,79
3º	Índia	65,717	6,13
4º	Sudão	51,555	4,81
5º	Nova Zelândia	32,384	3,02
16º	Brasil	16,800	1,57

Fonte: FAO (2009)

A criação ovina está destinada tanto à exploração econômica quanto à subsistência das famílias de zonas rurais (VIANA, 2008). Por isso, a produção de carne ovina não segue a mesma ordem de tamanho dos rebanhos (Tabela 2), evidenciando a falta de tecnologias adequadas e os baixos índices produtivos em países como o Brasil, que quando contabiliza sua produção, em carcaças, este passa a ser o 76º maior produtor. Provavelmente esse fato também se deve ao número expressivo de abates clandestinos que ainda ocorre no Brasil.

Tabela 2 Produção de carne ovina, em toneladas de carcaças, dos cinco maiores produtores do mundo e do Brasil no ano de 2009

Posição	País	2009
1º	Barbados	356
2º	Palestina	311
3º	Estados Unidos	307
4º	Oman	300
5º	Japão	272
76º	Brasil	158

Fonte: FAO (2009)

O consumo médio mundial de carne ovina e caprina em 2007 foi de 1,89 kg per capita por ano. Entretanto países como Mongólia, Islândia e Nova Zelândia e, segundo a *Food and Agricultural Organization* - FAO (2007), apresentam os maiores consumos de carne ovina e caprina, com 40,95, 24,56 e 23,29 kg per capita por ano respectivamente. No Brasil, esse consumo foi de 0,60 kg.

As tendências para o mercado ovino são promissoras. Conforme a FAO (2007), a demanda de carne nos países em desenvolvimento vêm sendo impulsionada pelo crescimento demográfico, pela urbanização e pelas variações das preferências e dos hábitos alimentares dos consumidores. Dessa forma, estima-se um crescimento anual de 2,1 % na produção de carne ovina durante o período de 2005 a 2014, registrando-se essa elevação principalmente em países em desenvolvimento. O Brasil pode-se beneficiar do aumento da demanda de carne ovina pelos países importadores. O aumento do rebanho nacional, o incremento da oferta de animais jovens e de qualidade e o fortalecimento da cadeia produtiva através da organização de produtores e frigoríficos são desafios a serem alcançados para que o país possa exportar a carne ovina para países de maior consumo (VIANA, 2008).

A produção de carne se tornou o principal objetivo da ovinocultura brasileira, devido a desvalorização da lã. Os preços da carne ovina pagos ao produtor elevaram-se nos últimos anos, tornando a atividade mais atraente e

rentável. O estímulo para a maior produção de cordeiros resultou no aumento do número de animais abatidos no Brasil. Porém, a industrialização da carne ovina, segundo Silva e Queiroz (2002), ainda é uma realidade a ser perseguida, o que agregaria maior renda à cadeia produtiva.

Apesar do crescimento na produção de carne nos últimos anos (71,5, 76,0 e 78,0 toneladas nos anos 2000, 2005 e 2007, respectivamente), o Brasil realiza importações de carne ovina para abastecer o mercado consumidor, visto que a oferta de carne ainda é insuficiente (FAO, 2007). As importações são na maioria de cortes com osso, congelados e resfriados, além de cortes desossados. A carne é destinada aos grandes centros consumidores das regiões sul e sudeste, competindo diretamente em preços com produtos locais (VIANA, 2008).

Logo, o aumento do consumo de carne ovina é o principal desafio a ser seguido a fim de acelerar o crescimento da ovinocultura. Intervenções que visem aumentar o consumo devem estar atentas às estratégias de *marketing* que apresentem a carne ovina como sendo um produto saudável e de qualidade, além de ações que possibilitem as indústrias disponibilizarem uma ampla variedade de cortes para que todas as classes sociais possam ter acesso à carne ovina, com o intuito de, em longo prazo, fidelizar o consumidor (VIANA, 2008).

A ovinocultura de corte em sistemas intensivos de produção encontra obstáculos em relação à alimentação, um dos aspectos mais importantes no ciclo de produção. Para obtenção de êxito nestes sistemas, é imprescindível o manejo nutricional determinando interações existentes com respostas fisiológicas que modifiquem a composição corporal e a conversão alimentar, com finalidade de aproveitar a potencialidade produtiva a um custo de produção adequado (CARVALHO; SIQUEIRA, 2001; GERASSEV et al., 2006), considerando ainda a qualidade dos ingredientes utilizados (SAMPAIO; BRITO; CARVALHO, 2002; VASCONCELOS, 1993). O sistema de confinamento permite reduzir o ciclo de produção e disponibilizar ao mercado carcaças de

animais jovens e, conseqüentemente, de melhor qualidade (URANO et al., 2006) atendendo as exigências do mercado de carne ovina (PEREZ, 2003).

2.1.1 Ovinos Santa Inês

O ovino Santa Inês é uma raça Brasileira, originada do Nordeste brasileiro. É um animal desprovido de lã, de elevada estatura, pernas compridas, orelhas longas. As ovelhas pesam entre 60 e 90 kg e os machos em torno de 100 kg. Existem muitos animais descarnados, com traseiro pouco desenvolvido, todavia, já podemos encontrar animais com boa conformação de carcaça. A sua pelagem não é uniforme, encontrando-se animais com pelagens bastante variadas, tais como vermelha, castanha e malhada de branco e de preto (ARCO, 2011).

A produção contínua de cordeiros durante o ano todo é condição necessária para o sucesso da criação e esta é uma das características mais importantes da raça Santa Inês, que por ser poliéstrica anual pode ser acasalada em qualquer época do ano, desde que esteja em estado nutricional adequado. As fêmeas Santa Inês mostram ainda possibilidades de, em condições especiais de manejo, apresentarem retorno ao cio ainda com a cria ao pé, o que diminui acentuadamente o intervalo entre partos, sendo possível atingir intervalos inferiores a oito meses. Além disso possuem características extremamente interessantes como maior rusticidade, menores exigências nutricionais e acentuada habilidade materna, que favorece a sobrevivência perinatal dos cordeiros, aumentando assim a disponibilidade de animais para abate, bem como para a reposição de matrizes.

Segundo Ribeiro (2005), o cordeiro é a categoria que apresenta melhores características da carcaça e, conseqüentemente, de maior aceitabilidade pelo consumidor. Segundo Siqueira, Simões e Fernandes (2001), para o

confinamento, este animal deve apresentar boa conversão alimentar, altas taxas de ganho e adequada deposição de gordura. O desempenho antes do abate é importante na escolha do momento adequado para o abate associado ao custo de produção (MACEDO, 1998; PILAR et al., 2003). No Brasil, ainda não está bem estabelecido o grau de acabamento ideal nas carcaças ovinas, sendo atualmente o peso da carcaça o principal fator de remuneração aos produtores.

Cordeiros Santa Inês têm desempenho um pouco inferior ao de raças melhoradas europeias, sendo satisfatório para o sistema preconizado. Peso ao nascer entre 3,5 - 4,0 kg, peso ao desmame (45 a 60 dias) entre 13 - 16 kg, e ganhos de peso diários de 200 g no período de pós-desmame podem ser conseguidos com animais bem alimentados.

O número de cordeiros produzidos anualmente pode ser melhorado com o uso de ovelhas da raça Santa Inês, pois a intensificação da atividade reprodutiva é plenamente viável. Desta maneira é possível a produção de 2 cordeiros/ovelha/ano (1,5 cordeiro por parição x 1,5 parição por ano x 88% de taxa de prenhez). Esses aspectos tornam a raça Santa Inês uma boa alternativa para a produção intensiva de carne de cordeiros na região Sudeste em um sistema sustentável de produção animal (BUENO et al., 2006).

2.2 Lipídios

Os lipídios são grupos heterogêneos de substâncias insolúveis em água, mas solúveis em solventes orgânicos. De uma maneira geral, os acilgliceróis e os fosfolipídeos são os compostos lipídicos mais comuns na natureza. No entanto, outros lipídios que ocorrem com menor frequência tem grande importância devido às suas propriedades químicas, físicas e nutricionais (COSTA, 2008).

Os lipídeos da dieta fornecem os ácidos graxos que o organismo é incapaz de sintetizar e que são indispensáveis para o seu bom funcionamento. Os

triacilgliceróis constituem a grande maioria dos lipídeos da dieta e são hidrolisados a glicerol e nos respectivos ácidos graxos, antes de poderem ser absorvidos no intestino delgado. Esses compostos são incorporados em micelas solúveis em água e transportados até ao jejuno, onde são absorvidos e reesterificados a triacilgliceróis nos enterócitos, sendo posteriormente transportados pelo sistema Porta até o fígado na forma de quilomicron. O fígado incorpora os ácidos graxos da dieta (exógenos) e os ácidos graxos endógenos, juntamente com o colesterol em lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL). Estas lipoproteínas são posteriormente transportadas pelo sangue até os tecidos periféricos distribuindo os lipídeos pelos tecidos. Caso não sejam metabolizados, os ácidos graxos das lipoproteínas e os ácidos graxos livres ligados à albumina podem ser armazenados no tecido adiposo (COSTA, 2008).

No ruminante funcional, a elevada atividade das lipases microbianas promovem a hidrólise da maioria dos galactosil-acilgliceróis e triacilgliceróis e a formação de galactose, glicerol e ácidos graxos livres. A galactose e o glicerol liberados são metabolizados, formando-se ácidos graxos voláteis, principalmente propionato e butirato que podem ser absorvidos no rúmen (DOREAU; FERLAY, 1994). Esta hidrólise deve-se essencialmente à ação bacteriana e em menor grau à ação dos protozoários, fungos e lipases vegetais e salivares.

Apesar do grau da hidrólise ser geralmente elevado (>85%), um grande número de fatores, como: o nível de gordura da dieta, os compostos ionóforos e o pH ruminal afetam tanto a extensão como a taxa de hidrólise (BEAM et al., 2000; DEMEYER; DOREAU, 1999) (Figura 1).

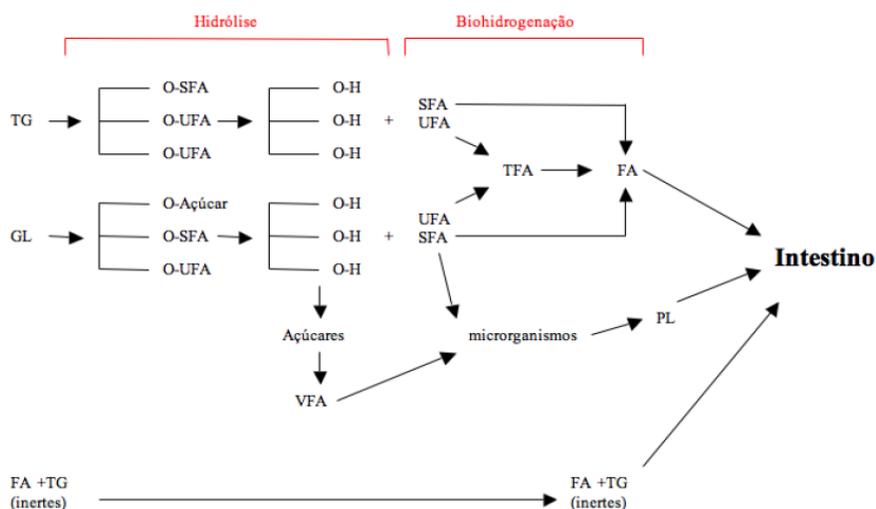


Figura 1 Digestão ruminal dos lipídios
 Fonte: Costa (2008)

A biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados é a segunda maior transformação que os lipídeos sofrem no rúmen e é influenciada pelo pH ruminal, ocorrendo apenas nos ácidos graxos livres. Os ácidos graxos mais sensíveis à biohidrogenação são os ácidos linoleico e linolênico, com taxas média de biohidrogenação de 80% e 92%, respectivamente (BEAM et al., 2000; FELLNER; SAUER; KRAMER, 1995). O ácido linoleico é menos biohidrogenado devido ao fato da via metabólica ser diferente e por ser preferencialmente incorporado nos microrganismos (HARFOOT; HAZLEWOOD, 1988) (Figura 2).

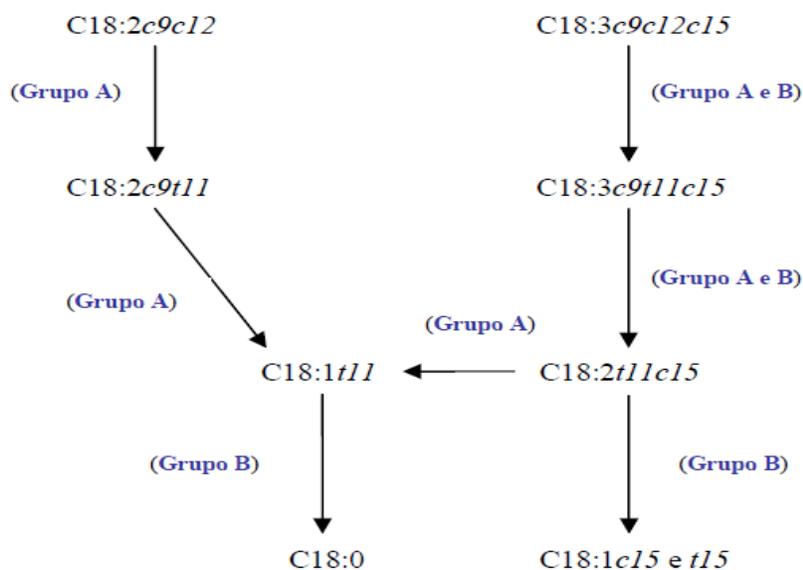


Figura 2 Biohidrogenação ruminal dos ácidos linoleico e α -linolênico em função da via metabólica de duas bactérias (A e B). Harfoot e Hazlewood (1997)

Fonte: Costa (2008)

As bactérias ruminais envolvidas na biohidrogenação, dividem-se em bactérias do grupo A e do grupo B, dependendo das vias metabólicas que utilizam (KEMP; LANDER, 1984). Para se obter uma biohidrogenação completa dos ácidos graxos poli-insaturados, é necessário a atuação de bactérias de ambos os grupos. Apesar de muitas das bactérias do grupo A poderem hidrogenar os ácidos graxos poli-insaturados a C18:1 *trans*, apenas algumas estirpes do grupo B podem hidrogenar os ácidos graxos C18:1 *trans* a ácido esteárico (C18:0) (HARFOOT; HAZLEWOOD, 1997). Por essa razão, o aumento do nível de ácidos graxos poli-insaturados na dieta causa simultaneamente um aumento da concentração de ácidos graxos monoinsaturados e um decréscimo da concentração de ácidos graxos saturados no rúmem. Jenkins et al. (2007), estudando as bactérias envolvidas na

O passo inicial da biohidrogenação ruminal dos ácidos linoleico e α -linolênico envolve a isomerização da ligação dupla *cis-12*, passando à configuração *trans-11*. Posteriormente ocorre a eliminação da ligação dupla *cis-9*. O passo final é a hidrogenação desta ligação dupla, formando-se o ácido esteárico (C18:0) e o C18:1 (*t15* e *c15*). Portanto, os compostos C18:1*t11* e C18:2*c9t11*-CLA são intermédios neste processo.

As plantas podem inserir ligações duplas no ácido oleico para formar ácido linoleico n-6 (LA) e ácido α -linolênico n-3 (ALA). Os vertebrados não têm essa capacidade por não possuírem as enzimas necessárias para inserir ligações duplas entre o primeiro grupo metil e o 7º carbono, a contar deste grupo. Desta forma, todas as modificações ocorrem sem alteração da extremidade da molécula que contém as ligações duplas terminais (*n-3*) e (*n-6*).

Segundo Legrand e Mourot (2003), para completar o conceito de ácido graxo essencial, deve-se utilizar o termo “ácido graxo indispensável” para os dois precursores, o LA e o ALA. Com efeito, as enzimas dos vertebrados podem inserir ligações duplas entre as ligações *n-3* e *n-6* e o grupo carboxílico, obtendo outros ácidos graxos poli-insaturados essenciais de cadeia longa (LCAGPI), a partir destes precursores indispensáveis. Muitas das funções biológicas do organismo estão de alguma forma relacionadas com o balanço *n-3/n-6* (CALVANI; BENATTI, 2003) (Figura 4 e 5).

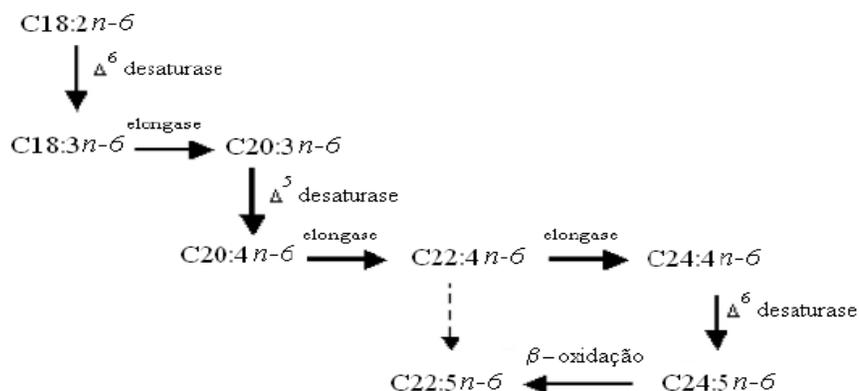


Figura 4 Vias bioquímicas dos ácidos graxos ômega 6. Sprecher (2000)
 Fonte: Costa (2008)

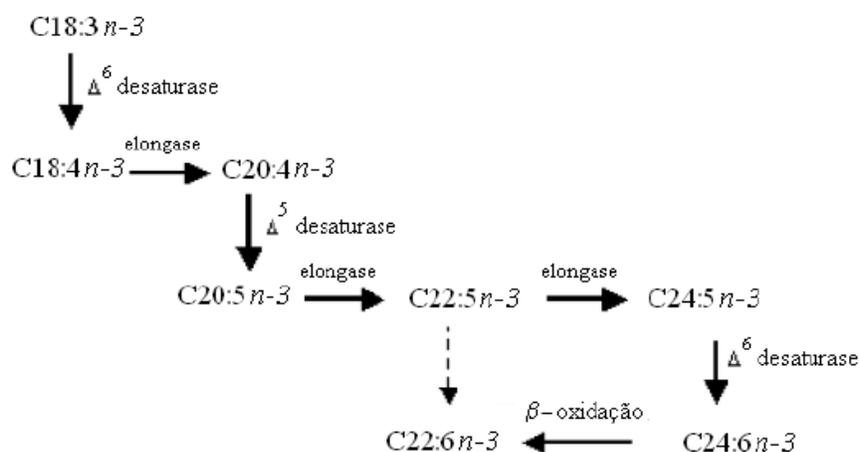


Figura 5 Vias bioquímicas dos ácidos graxos ômega 3. Sprecher (2000)
 Fonte: Costa (2008)

Todas as séries de ácidos graxos insaturados partilham as mesmas enzimas de dessaturação e alongamento o que origina uma competição pelas enzimas (MOHRHAUER; CHRISTIANSEN; GAN, 1967; SIGUEL; MACLURE, 1987). As enzimas apresentam a seguinte ordem de preferência para as famílias de ácidos graxos: $n-3 > n-6 > n-9 > n-7$. Os passos de dessaturação $\Delta 6$ e $\Delta 5$ são os limitantes da biossíntese dos LCAGPI (Innis, 1991). A atividade da $\Delta 6$ dessaturase é inibida pelos níveis elevados dos seus produtos e precursores e influenciada positivamente por alguns hormônios.

Uma vez que os ácidos graxos $n-3$ e $n-6$ competem pelas mesmas enzimas que realizam a dessaturação, os níveis de ingestão de LA e ALA afetam os metabólitos formados (BOYLE et al., 1998). Jensen et al. (1996) referem que a ingestão de quantidades elevadas de LA e ALA podem ter um efeito inibidor na síntese de DHA (Ácido docosaheptaenóico) ($C22:6n-3$) endógeno. No mesmo

sentido, Mantzioris et al. (1995) observaram relação inversa entre a quantidade ingerida de ALA e o nível plasmático de DHA. Estudos laboratoriais revelaram que o ALA é um grande inibidor do metabolismo dos ácidos graxos *n-6*. É necessário uma quantidade dez vezes maior de ácido linoleico para conseguir igual inibição do metabolismo dos ácidos graxos *n-3* (HOLMAN, 1998). Segundo Jump e Clarke (1999), este efeito inibidor não é só sentido nos mecanismos reacionais, mas também na regulação da expressão genética das enzimas responsáveis pela dessaturação e alongamento.

Os ácidos graxos essenciais servem de substrato às enzimas ciclo-oxigenase (COX) e lipo-oxigenase (LOX) sendo convertidos em compostos muito ativos e com efeito semelhante aos hormônios, conhecidos como eicosanoides.

A maioria do ácido linoleico conjugado (CLA) existente na gordura dos ruminantes é sintetizado na glândula mamária e no tecido adiposo, por ação da enzima Δ^9 dessaturase, tendo como substrato o ácido graxo C18:1*t11* (BAUMAN; GRIINARI, 2003). Na biohidrogenação dos ácidos graxos poli-insaturados são formados muitos ácidos graxos intermédios que são absorvidos e incorporados na gordura dos ruminantes. Alterações na composição da dieta e nas condições de fermentação ruminal provocam modificações importantes no teor e perfil dos produtos formados. A função dos protozoários não é bem conhecida, mas a sua presença parece ser indispensável para que essas reações ocorram (JENKINS et al., 2007). No entanto, estes agentes retêm grandes quantidades dos ácidos linoleico e linolênico da dieta nos seus próprios lipídeos estruturais, constituindo posteriormente uma fonte importante destes ácidos graxos para o ruminante hospedeiro (VIVIANI et al., 1967). Apesar do rúmen possuir elevada carga microbiana, os lipídeos microbianos representam apenas 10 - 20% dos lipídeos absorvidos (KEENEY, 1970). Na sua constituição existem, entre outros, ácidos graxos de cadeia ramificada com 14, 15, 16 e 17

átomos de carbono que são posteriormente incorporados na gordura do hospedeiro (ROWE et al., 1999). É provável que os ácidos graxos de cadeia ramificada (C4 e C5), derivados dos aminoácidos, sejam os precursores destes ácidos graxos (KEENEY, 1970).

Em consequência dos processos ocorridos no rúmen, os lipídeos que chegam ao intestino são constituídos em sua maioria por ácidos graxos saturados, com predominância dos ácidos graxos C16:0 e C18:0. Cerca de 80-90% dos lipídeos que entram no intestino são ácidos graxos livres (DAVIS, 1990), sendo os lipídeos restantes fosfolipídeos microbianos, pequenas quantidades de triacilgliceróis e glicolipídeos da dieta.

Nos ruminantes, os monoacilgliceróis necessários para a formação de micelas estão em reduzida concentração devido ao elevado grau de hidrólise ruminal dos ácidos graxos (DOREAU; CHILIARD, 1997). Este fato é compensado pelas secreções de bilis e suco pancreático que ocorrem antes do jejuno (DEMEYER; DOREAU, 1999). A primeira como fonte de ácidos biliares e lecitina, enquanto o suco pancreático fornece enzimas que convertem as lisolecitinas em bicarbonato para provocar o aumento de pH (DAVIS, 1990). As lisolecitinas, em conjunto com os sais biliares, dão origem à formação de micelas de ácidos graxos que penetram nas células epiteliais do jejuno, onde os ácidos são reesterificados, formando novamente triacilgliceróis. Uma vez reconstituídos, os triacilgliceróis agregam-se no interior do retículo endoplasmático em glóbulos, juntamente com o colesterol e os fosfolipídeos absorvidos e recém formados, constituindo os quilomicra que são transportados para o fígado pelo sistema porta.

2.2.1 Ácidos graxos

A designação de ácidos graxos aplica-se a todos os ácidos monocarboxílicos, saturados ou insaturados, com número par ou ímpar de átomos de carbono, dispostos em cadeias lineares ou ramificadas. Os ácidos di ou tricarboxílicos (como o succínico ou o cítrico), não se incluem na designação de ácidos graxos.

Os ácidos graxos constituintes dos óleos e gorduras alimentares apresentam cadeias com número de átomos de carbono entre 4 e 24 e geralmente são designados por um nome comum (por exemplo: esteárico, linoleico, cáprico, táurico, palmítico, oleico). O nome sistemático fornece informação acerca do comprimento da cadeia carbonada pela utilização de um prefixo grego, por exemplo, hexa-, para 6 átomos de carbono, dodeca-, para 12 átomos de carbono etc. (WATKINS; HENNING; TOBOREK, 1996). Os ácidos graxos saturados contêm o sufixo -anoico; os ácidos graxos insaturados contêm o sufixo -enoico (uma ligação dupla), o sufixo -dienoico (duas ligações duplas) ou o sufixo -trienoico (três ligações duplas). A localização da dupla ligação é identificada por um número que precede o nome, sendo obtido contando a sua posição a partir do carbono do grupo carboxilo.

A regra geral é escrever em primeiro lugar o número de átomos de carbono, depois o número de duplas ligações e finalmente a posição dos carbonos das duplas ligações, contados a partir do grupo carboxilo. A configuração cis é assumida como o único isômero geométrico presente. Se ocorrer a configuração trans na estrutura, ela será indicada. Por exemplo, C18:2 (9,12) ou C18:2 cis-9, cis-12 ou C18:2c9c11 corresponde ao ácido cis-9, cis-12-octadecadienoico ou ácido linoleico (COSTA, 2008).

A carne apresenta grande variedade de lipídeos, como exemplo, os ácidos graxos essenciais, colesterol, os fosfolipídeos e as vitaminas lipossolúveis (PARDI et al., 1993), e a composição de ácidos graxos tem sido pesquisada recentemente devido às implicações para a saúde humana (PRIOLO et al., 2003;

RAES et al., 2004). De acordo com Madruga et al. (2003), o perfil dos ácidos graxos geralmente apresenta pouca influência no valor comercial da carcaça em comparação ao conteúdo de gordura; no entanto, as propriedades físicas e químicas dos lipídios afetam diretamente as qualidades nutricionais, sensoriais e de conservação da carne. O “flavour” é influenciado pelo perfil dos ácidos graxos, e as gorduras saturadas solidificam após o cozimento, influenciando a palatabilidade da carne, sem falar que a presença dos ácidos graxos insaturados aumentam o potencial de oxidação, influenciando diretamente a vida de prateleira do produto (MADRUGA et al., 2000, 2001; MOTTRAM, 1991). Segundo Salvatori et al. (2004) vários fatores podem influenciar a composição de ácidos graxos da carne, dentre eles a nutrição, genética e peso de abate.

Atualmente, grande ênfase tem sido destinada à composição de ácidos graxos da fração lipídica da carne, a qual não pode ser removida para o consumo humano. Assim, há recomendações de que essa gordura seja composta principalmente por ácidos graxos poli-insaturados, especialmente os ômega-3 (; POULSON et al., 2004; RAES et al., 2004). Neste sentido, muitos estudos estão sendo realizados com o CLA, o qual é encontrado principalmente em produtos lácteos e cárneos dos animais ruminantes, representando as duas maiores fontes de CLA na alimentação dos seres humanos (AHARONI et al., 2005; BAUMAN et al., 1999; DUNSHEA et al., 2005; MIR et al., 2000; NUTE et al., 2007; SCHMID et al., 2006). CLA é um termo que descreve os isômeros geométricos do ácido linoleico, tendo duplas ligações conjugadas, geralmente nas posições 9 e 11 ou 10 e 12, podendo ser de configuração cis ou trans (SANTOS, 2001). O CLA é indicado na proteção contra o câncer, combate ao colesterol, controle da diabetes além de ser considerado um excelente antioxidante (DUNSHEA et al., 2005; KHANAL; OLSON, 2004; SCHMID et al., 2006). Decker (1995) e Ip et al. (1994) referem que uma pessoa de 70 kg necessita ingerir 1,5 a 3,0 g de CLA diariamente para beneficiar das suas propriedades anticarcinogênicas.

No rúmen, o CLA ocorre como intermediário da biohidrogenação (Bauman et al. 1999). De acordo com Dunshea et al. (2005), Jenkins, Fellner e McGuffey (2003) e Aharoni et al. (2005), o ácido trans-vacênico e o CLA são produtos normais intermediários da biohidrogenação do ácido linolênico para ácido esteárico no rúmen. Mir et al. (2004) relataram que o conteúdo de isômeros de CLA na carne bovina depende dos alimentos consumidos pelos animais durante a fase de produção. Aharoni et al. (2005) e Kennelly et al. (2005) observaram que a quantidade e o tipo de isômero de CLA produzidos no rúmen são influenciados por diferentes fontes de gordura suplementadas na dieta. Bauman et al. (1999), Dunshea et al. (2005) e Khanal e Olson (2004) e relataram que a manipulação da dieta pode alterar a concentração de CLA nos produtos alimentares oriundos dos ruminantes, e segundo MacDonald (2000), os níveis de CLA nos tecidos dos ruminantes são modulados pela população microbiana do rúmen, a qual é influenciada pela dieta que o animal recebe.

A adição de fontes de ácido linolênico na dieta de ruminantes pode aumentar a produção de CLA no rúmen (BEAM et al., 2000), entretanto, seria interessante diminuir a produção de ácido esteárico (ácido graxo saturado) pelo processo completo da biohidrogenação. De acordo com Bauman et al. (1999) o CLA que escapa do processo completo de biohidrogenação pode ser incorporado à gordura corporal.

Fontes de lipídios são utilizadas para elevar a densidade energética das dietas e melhorar o desempenho e a manipulação da qualidade da carcaça (MANSO et al., 2006; YAMAMOTO et al., 2005). Segundo Homem-Júnior (2010), a inclusão de grãos de girassol ou GP na dieta de cordeiros em confinamento proporciona desempenhos satisfatórios, reduz o nível sanguíneo de ureia e aumenta o colesterol sanguíneo, influenciando a proporção de gordura e o conteúdo do trato gastrointestinal.

O conteúdo de CLA na gordura intramuscular pode ser aumentado através de estratégias alimentares como: a adição de fontes ricas em ácido linoleico (MIR et al., 2002; SCHMID et al., 2006), a alteração da relação volumoso/concentrado, e o uso de aditivos como ionóforos e tampões na dieta (EIFERT 2006).

2.2.1.1 Ácidos graxos saturados

Os ácidos graxos saturados mais comuns são os de cadeia linear, com número par de átomos de carbono, variando entre 14 a 20 átomos por molécula. No entanto, existem ácidos graxos contendo entre 2 e 30 átomos de carbono na sua estrutura, por vezes com número ímpar. Os ácidos de C4:0 a C12:0 encontram-se principalmente na gordura do leite, apesar dos ácidos C8:0, C10:0 e C12:0 também existam em alguns óleos vegetais. O ácido caprílico (C8:0) aparece nos óleos de palmiste e de coco (7-8%) e em menores quantidades, no óleo da grainha de uva (MARKLEY, 1960). O ácido cáprico (C10:0) e o ácido táurico (C12:0) existem também nos óleos de coco e de palma, alcançando proporções de 45-50%.

Segundo Costa (2008), o ácido mirístico (C14:0) existe em reduzida quantidade na maioria dos lipídeos de origem animal, com exceção da gordura abdominal e do leite dos ruminantes onde constitui cerca de 3- 4% e 8-12% da composição em ácidos graxos, respectivamente. O C14:0 aparece também nos óleos de coco e de palma.

O ácido palmítico (C16:0) e o ácido esteárico (C18:0) são os ácidos graxos saturados mais comuns na natureza, existindo praticamente em todas as gorduras animais e vegetais. O ácido araquídico (C20:0) encontra-se largamente distribuído na natureza, mas em quantidades inferiores a 1%. Com mais de 20 átomos de carbono podem-se encontrar, em especial nos óleos de algumas

sementes, os ácidos beénico (C22:0) e lignocérico (C24:0). O ácido beénico existe nos óleos de girassol, soja, milho, no azeite e na gordura do leite, em quantidades geralmente inferiores a 1%. No entanto, no óleo de amendoim pode atingir os 4%. Existe em quantidades muito elevadas, nos óleos hidrogenados de peixe e de colza, atingindo neste último, valores na ordem dos 50% do total de ácidos graxos. O ácido lignocérico encontra-se largamente distribuído, mas normalmente em quantidades inferiores a 0,5%, exceto no óleo de amendoim onde atinge os 4% (FONDATION FRANÇAISE POUR LA NUTRITION - FFN/ CENTRE INFORMATIQUE SUR LA QUALITÉ DES ALIMENTS - CIQUAL, 1987). É o ácido graxo saturado de cadeia carbonada mais longa que existe nas gorduras animais e vegetais, aparecendo por vezes esterificado com o colesterol.

Os ácidos graxos saturados com número ímpar de átomos de carbono são muito pouco frequentes na natureza. O ácido propiônico (C3:0) existe no leite e produtos lácteos, normalmente na forma não esterificada e como resultado de fermentações microbianas. Os ácidos valérico (C5:0) e heptanoico (C7:0) além de poderem estar presentes na gordura do leite e produtos lácteos podem também encontrar-se na forma de ésteres, em alguns óleos essenciais e essências de frutos (hortelã, lúpulo e ananás) (COSTA, 2008).

O ácido pelargónico (C9:0) existe na gordura do leite e no cabelo humano (MARKLEY, 1960). Os ácidos undecanoico (C11:0) e tridecanoico (C13:0) estão presentes no leite e produtos lácteos em quantidades reduzidas (<1%). Os ácidos pentadecanoico (C15:0) e margárico (C17:0) existem no leite de diferentes espécies, na carne dos ruminantes, no óleo de fígado de tubarão e na gordura abdominal de algumas espécies, normalmente em quantidades reduzidas (1-2%). O ácido nonadecanoico (C19:0) aparece na gordura do leite de diferentes espécies, normalmente em valores inferiores a 2% (ROSSELL, 1991).

2.2.1.2 Ácidos graxos insaturados

Quando a cadeia carbonada de um ácido graxo possui uma ou mais ligações duplas, este é designado ácido graxo insaturado. A presença de ligações duplas leva à possibilidade de ocorrência de isômeros geométricos e de posição. Os isômeros geométricos estão relacionados com a posição relativa dos átomos de hidrogênio ligados ao carbono da dupla ligação. Quando estes se encontram do mesmo lado da cadeia carbonada, trata-se de uma forma cis. A grande maioria dos ácidos graxos insaturados presentes na natureza encontra-se sob esta forma.

Quando os átomos de hidrogênio se encontram um de cada lado da cadeia carbonada, ocorre a forma trans. As moléculas de ácidos graxos na forma trans apresentam-se de forma mais linear, em comparação com as dos ácidos na forma cis, o que se traduz num ponto de fusão mais baixo. Esta característica mantém-se mesmo que a dupla ligação esteja próxima de uma das extremidades da cadeia (COSTA, 2008). Os ácidos graxos na forma trans podem ter duas origens, a biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos da dieta, ou os processos de refinação e hidrogenação catalítica, durante o processamento industrial de óleos (GURR, 1983).

Os ácidos graxos poli-insaturados da dieta sofrem nos ruminantes um rearranjo das duplas ligações, o que conduz ao aparecimento de isômeros geométricos e de posição na gordura do leite e da carne destes animais (KURTZ, 1980). Os ácidos graxos na forma trans podem representar até cerca de 8% dos ácidos graxos presentes na gordura do leite dos ruminantes (ROSSELL, 1991).

2.2.1.3 Ácidos graxos monoinsaturados

Com exceção do ácido crotônico ou 2-butenoico (C4:1), constituinte do óleo da semente de uma pequena árvore tropical, *Crotón tiglium*, e do ácido xenoico (C6:1) presente no óleo de hortelã, o ácido decenoico (C10:1) é o ácido monoinsaturado com menor massa molecular que ocorre em gorduras naturais (COSTA, 2008). Este ácido graxo também pode ser encontrado em pequena quantidade no leite dos ruminantes. O ácido undecenoico (C11:1), assim como o ácido tridecenoico (C13:1) não ocorrem naturalmente em gorduras e óleos naturais. O ácido dodecenoico (C12:1) tem dez isômeros possíveis, três deles com ocorrência natural: o ácido lindérico, C12:1 (4), isolado de sementes de oleaginosas asiáticas; o isômero C12:1 (5), que aparece em óleo de baleia e também em gordura do leite de diferentes espécies, e o ácido lauroleico, o mais comum, C12:1 (9), que existe na gordura de leite, nas formas *cis* e *trans* (KURTZ, 1980).

O ácido tetradecenoico (C14:1) tem vários isômeros com ocorrência em gorduras animais, nomeadamente no leite e na carne de ruminantes e nos óleos de peixe. Entre estes isômeros, o mais importante em termos quantitativos é o miristoleico, C14:1 (9), que pode aparecer nas formas *cis* e *trans*. Foram também identificados no leite de vaca os isômeros: C14:1 (5), C14:1 (6), C14:1 (7) e C14:1 (8) (KURTZ, 1980). Dos treze isômeros possíveis do ácido pentadecenoico (C15:1), apenas um tem ocorrência natural, o C15:1 (6) que existe no óleo de baleia e no leite dos ruminantes. O ácido hexadecenoico (C16:1) pode ser encontrado nas mais variadas fontes naturais, sendo o ácido palmitoleico, C16:1 (9), o isômero com maior representação. É componente dos lipídios de praticamente todas as plantas e animais, incluindo as formas mais simples de vida (diatomáceas, bactérias, leveduras, etc.). Existe no leite em teores de 2-6%, atingindo valores bastante elevados nos lipídios extraídos de algas marinhas (20%) e nos óleos de peixe (8-15%) (MARKLEY, 1960).

Aparece ainda em quantidades elevadas no azeite e no óleo de amendoim. Kurtz (1980) identificou no leite de vaca nove isômeros de posição do ácido palmitoleico. O ácido heptadecenoico (C17:1) apresenta vários isômeros com ocorrência natural, existindo na gordura do cabelo humano, na gordura abdominal de animais ruminantes, no leite e na carne. O mais comum e que aparece em maior quantidade é o C17:1c9. O ácido oleico, C18:1c9 é o octadecenoico (C18:1) mais largamente difundido na natureza. Trata-se de um importante constituinte de muitos óleos vegetais e o principal componente do azeite (70-80%). Esse ácido graxo insaturado atinge valores na ordem dos 20-25%, do total de ácidos graxos constituintes do leite. O isômero C18:1 cis-6, ácido petroselinico, é também comum em muitas gorduras e óleos vegetais.

Aparecem ainda outros isômeros de posição, nas formas cis e trans, em gorduras animais. O ácido elaídico, C18:1t9 e o ácido vacénico C18:1t11 existem principalmente na gordura dos ruminantes, podendo atingir até 10% do teor de ácido oleico (COSTA, 2008). Os isômeros trans do ácido oleico podem influenciar o metabolismo de outros ácidos graxos insaturados, nomeadamente do ácido linoleico (C18:2c9c12), principal ácido graxo essencial e precursor das prostaglandinas, dada a competição com as dessaturases, envolvidas na sua biossíntese (GURR, 1983).

Segundo Kurtz (1980), o ácido nonadecenoico (C19:1) não ocorre naturalmente nas gorduras animais, com exceção da gordura do leite dos ruminantes onde não ultrapassa, em geral mais de 0,06%. No entanto, estudos recentes identificaram este ácido graxo no músculo de ovino (BESSA, 2007). O ácido eicosenoico (C20:1) existe em especial nos óleos de peixe sob a forma de dois isômeros de posição, o ácido gadoleico C20:1 (9) e o ácido gondoico, C20:1 (11). O ácido docosenoico (C22:1) encontra-se também em gorduras de peixe e em algumas sementes (colza), nos seus dois isômeros: o ácido cetoleico,

C22:1 (11) e o ácido erúico, C22:1 (13). Esse último pode atingir valores bastante elevados em óleo de colza (50%) (COSTA, 2008).

2.2.1.4 Ácidos graxos poli-insaturados

Os ácidos graxos poli-insaturados são ácidos graxos com duas ou mais ligações duplas, geralmente em posição cis nos óleos e na grande maioria das gorduras animais. A localização da primeira ligação dupla, a contar da extremidade metil do ácido graxo é designada por ω - ou n- seguida do número do carbono onde se localiza essa ligação. Por exemplo, o ácido linoleico da família n-6 é designado como C18:2n-6 (LA), para indicar que possui 18 carbonos e duas ligações duplas, estando a primeira ligação dupla situada no sexto carbono, contando a partir da extremidade do grupo metil. Existem duas séries ou famílias principais de ácidos graxos poli-insaturados, a família ou série n-3 e a família ou série n-6. Os ácidos graxos que constituem estas duas famílias não são interconvertíveis e desempenham funções bioquímicas muito distintas (COSTA, 2008).

Além da grande quantidade de ácidos pertencentes à série monoenoica, aparecem na natureza ácidos graxos poli-insaturados que podem conter até seis insaturações, apresentando pontos de fusão muito baixos e grande susceptibilidade à oxidação. De modo geral, quanto maior o número de duplas ligações presentes na sua composição, maior a susceptibilidade à oxidação de uma gordura ou óleo (COSTA, 2008). As principais fontes de ácidos graxos n-3 são os óleos vegetais e o peixe, sendo esse último a maior fonte alimentar de C20:5n-3 (EPA) e C22:6n-3 DHA (BENATTI et al., 2004). O ácido α -linolênico (C18:3n-3, ALA) encontra-se principalmente nos cloroplastos dos vegetais, no óleo de linhaça, nas nozes, em alguns frutos, na gema do ovo, no leite e na

carne. Os ácidos graxos C20:5n-3 (EPA) e o C22:6n-3 (DHA) encontram-se no fitoplâncton marinho e no peixe (SARGENT, 1997).

Para uma parte substancial da população mundial, a carne é a principal fonte de ácidos graxos n-3 de cadeia longa na dieta (PONNAMPALAM et al., 2001). O ácido linoleico, C18:2c9c12 (LA) ou C18:2n-6 está largamente distribuído no reino vegetal. É característico de óleos com importância comercial, tais como óleos de algodão, soja, amendoim, milho e girassol, atingindo valores de 60-70% neste último (ADAM, 1989).

É também constituinte da fração lipídica do leite e da carne de diferentes espécies, onde podem ser observados os seus isômeros geométricos. A fração lipídica da carne possui ainda constituintes menores, tais como: vestígios de metais, taninos, flavonoides, compostos fenólicos, gliceroglicolipídeos, pigmentos, hidrocarbonetos e ceras, entre outros (ROSSELL, 1991). Alguns destes componentes contribuem para a qualidade de óleos ou gorduras enquanto outros são descritos como contaminantes ou impurezas.

Foram ainda identificados na carne e no leite dos ruminantes, isômeros conjugados do ácido linoleico (**Tabela 3**), em particular os ácidos C18:2c9t11 e C18:2t10c12 (CHIN et al., 1992; CZAUDERNA et al., 2002), conhecidos pelas suas propriedades anticarcinogénicas (IP, 1997; PARODI, 1997).

Tabela 3 Teores médios de CLA (mg/g de gordura) em diferentes alimentos

Alimento	CLA (mg/g)
Leite de vaca	5,5
Carne bovina	4,3
Carne ovina	5,6
Carne suína	0,6
Carne de frango	0,9
Peixe	0,3

Fonte: Chin et al. (1992)

O CLA, vulgarmente referido como uma única molécula, corresponde efetivamente a um grupo de 56 isômeros geométricos e de posição com duplas

ligações conjugadas (EULITZ et al., 1999; YURAWECZ; MOREHOUSE, 2001), doze dos quais são referidos como constituintes naturais dos alimentos (YANG et al., 2002). O isômero que predomina na carne e no leite é o C18:2*c9t11* (FRITSCHÉ; FRITSCHÉ, 1998; PARODI, 1997), denominado de ácido ruménico (KRAMER et al., 1998), considerado como o principal responsável pela atividade biológica do CLA (PARODI, 1994) e o mais extensamente incorporado nos fosfolipídeos (HA et al., 1990).

A estimativa do consumo de CLA *per capita* nos Estados Unidos da América é de 1g/dia, valor considerado inferior ao desejável (HA et al., 1989). Segundo os cálculos efetuados por Wolff (1994), a ingestão de CLA na Europa situa-se ainda num nível mais baixo. Os efeitos anticarcinogênicos são dependentes da dose, estendendo de 0,1 a 1 % da dieta (BESSA et al., 2000).

Em condições normais, o CLA não faz parte da dieta dos ruminantes. A sua presença no leite e nos tecidos é explicada pela existência de microbiota ruminal, com capacidade para hidrogenar os ácidos graxos poli-insaturados provenientes da dieta (KELLY, 2001; PARIZA; PARK; COOK, 2000).

É possível aumentar o teor de CLA no leite e na carne dos ruminantes através da manipulação da dieta (DHIMAN et al., 1999; GRIINARI et al., 1998; GRIINARI et al., 1999; JONES; WEISS; PALMQUIST, 2000; MA et al., 1999), suplementando-a com óleos ricos em ácidos graxos poli-insaturados ou aumentando a proporção de forragem na dieta (DHIMAN et al., 1999; FRENCH; STANTON, C.; LAWLESS, 2000; KELLY et al., 1998; KING et al., 1993). Donovan et al. (2000) observaram aumento considerável na concentração de CLA (3,7 vezes) no lote de vacas suplementadas com 2% de óleo de peixe. O mecanismo pelo qual a suplementação com óleo de peixe aumenta a concentração de CLA no leite e na carne não é ainda bem conhecido. Tem sido considerada a hipótese dos ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa impedirem a biohidrogenação completa do C18:2 no rúmen, inibindo o

crescimento das bactérias responsáveis pela hidrogenação do C18:1*t11* (GRIINARI; BAUMAN, 1999). A concentração dos isômeros C18:1*t* e CLA no rúmen-retículo aumenta com o decréscimo do pH ruminal e a presença de antibióticos ionóforos, mas sobretudo com o aumento da concentração de ácidos graxos insaturados no rúmen (BESSA et al., 2000). O pH ruminal desempenha um papel importante na manutenção de condições adequadas à biohidrogenação do LA, registrando-se para valores $\leq 6,0$, maior produção de C18:1*t11*, C18:2*c9t11* e C18:2*t10c12* em culturas ruminais (BAUMGARD et al., 2000; MARTIN; JENKINS, 2002; TROEGELER- MEYNADIR et al., 2003).

Além de formado no rúmen pela biohidrogenação incompleta dos ácidos graxos poli-insaturados da dieta, o CLA é sintetizado de forma endógena, através da dessaturação do ácido graxo C18:1*t11* pela enzima $\Delta 9$ -dessaturase existente na glândula mamária e no tecido adiposo (CORL et al., 2001; GRIINARI; BAUMAN, 1999; GRIINARI; CHOUINARD; BAUMAN, 1997; GRIINARI et al., 2000; KAY et al., 2004; PARODI, 1994). Esta via bioquímica é responsável pela maioria do CLA existente nos produtos lácteos (JIANG; WOLK; VESSBY, 1999) e na carne (MULVIHILL, 2001). Cerca de 70-95% do isômero *c9t11*-CLA no leite tem origem na síntese endógena via $\Delta 9$ -dessaturase, utilizando como substrato o C18:1*t11* (BAUMAN, 2002; CORL et al., 2001). Como são mais difíceis de hidrogenar, os isômeros *trans* acumulam-se no rúmen e são absorvidos e incorporados no leite (VAN SOEST, 1994). Tendo por base a razão C18:1*t11*/C18:2*c9t11*, Gillis et al. (2003) e Lock e Garnsworthy (2002) estimaram que mais de 86% do *c9t11*-CLA na gordura intramuscular do bovino tem origem endógena.

Contrariamente ao verificado para o C18:2*c9t11*, não existem estudos tão detalhados sobre a síntese de outros isômeros de CLA, provavelmente porque alguns deles existem em quantidades inferiores a 0,05% na gordura do leite e da carne e o seu significado biológico ainda não é bem conhecido. Com

exceção dos isômeros C18:2*c9t11*, C18:2*t10c12* e C18:2*t7c9*, a informação sobre os fatores que influenciam o teor dos isômeros do CLA no leite e na carne é limitada.

A síntese de CLA por ação da enzima $\Delta 9$ -dessaturase ocorre no tecido adiposo dos mamíferos a partir do C18:1*t11* (ADOLF; DUVAL; EMEKEN, 2000; EGGERT et al., 2001; GLASER; SCHEEDER; WENK, 2000; IP; MASSO- WELCH, 2002B; KING et al., 2005; PALMQUIST; SANTORA, 1999; RAMSAY et al., 2004; SANTORA; PALMQUIST; ROEHRIG, 2000; TURPEINEN et al., 2002) e do 18:1*t7* (SALMINEN et al., 1998). Nos humanos o CLA se deposita preferencialmente no tecido adiposo e no pulmão e o seu teor depende da ingestão de carne e leite de ruminantes (JIANG; WOLK; VESSBY, 1999). A acumulação de CLA nos humanos é maior quando ocorre a ingestão de C18:1*t11* do que do próprio CLA (BANNI et al., 2001; SANTORA; PALMQUIST; ROEHRIG, 2000).

Os efeitos biológicos/fisiológicos do CLA foram descobertos no início dos anos 80 por Michael Pariza da Universidade de Wisconsin, tendo observado que o extrato de carne de vaca possuía propriedades antimutagênicas. Nos últimos anos, têm sido atribuídas aos CLA propriedades na repartição de nutrientes (DELANY; WEST, 2000; KELLY, 2001; MCGUIRE et al., 1997; OSTROWSKA et al., 1999; PARIZA, 2002; PARK et al., 1997; SCHULTE et al., 2002; WEST et al., 2000; WEST; DELANY; CAMET, 1998), na prevenção da aterosclerose (KRITCHEVSKY, 2002), efeito antidiabético (FRITSCHKE et al., 1999) e propriedades anticancerígenas e de estímulo da função imune (PARIZA, 2002). O CLA provoca alterações nos níveis dos compostos mediadores dos processos inflamatórios, como as prostaglandinas e os leucotrienos (COOK et al., 2001). Segundo esses autores, o isômero *trans-10, cis-12* reduz dos níveis de IGF2 enquanto o *cis-9, trans-11* reduz os efeitos catabólicos induzidos pelo sistema imune. Foi observado em suínos (DUGAN et

al., 1997) e em ratos (CHIN et al., 1994; PARK et al., 1997) que o CLA favorece a deposição de músculo em detrimento da gordura, alterando o seu perfil de ácidos graxos (KING et al., 2005; RAMSAY et al., 2004). O efeito na repartição dos nutrientes parece ser devido à redução da lipogênese e aumento da lipólise no tecido adiposo (PARK et al., 1997). Segundo DeLany (2002), o principal isômero responsável pelos efeitos do CLA na redução da gordura corporal é o C18:2*t10c12*.

Um estudo realizado em dois lotes de coelhos utilizando uma dieta contendo 14% de gordura e 0,1% de colesterol revelou que os animais que tinham consumido CLA apresentaram níveis plasmáticos mais baixos de triacilgliceróis, de LDL e menor incidência de aterosclerose (LEE; KRITCHEVSKY; PARIZA, 1994). Apesar dos estudos que relacionam a ingestão de CLA com a menor concentração de colesterol plasmático, é ainda necessário compreender melhor os efeitos do CLA *in vivo*. Stangl, Muller e Kirchgessner (1999) verificaram que os níveis plasmáticos de triacilgliceróis VLDL e LDL aumentavam sem alterações nos níveis de HDL, quando era adicionado CLA à dieta dos animais (1% da dieta).

Estudos realizados *in vivo*, utilizando modelos animais, com CLA confirmaram a sua atividade anticancerígena no cancro da próstata (CESANO; VISONNEAU; SCIMECA, 1998), do trato digestivo (HA et al., 1990; LIEW; SCHUT; CHIN, 1995) e da glândula mamária (KELLY, 2001). Os tumores da glândula mamária são particularmente sensíveis à administração de CLA, devido a este composto se acumular preferencialmente nos lipídios neutros dos adipócitos, célula predominante no tecido mamário (IP, 2002a; IP; MASSO-WELCH, 2002b).

O mecanismo biológico de ação do CLA no organismo não é bem conhecido, sendo possível que coexistam diferentes ações fisiológicas, dependentes da espécie animal. Estudos em cobaias revelaram que o CLA

aumenta a lipólise, via β -oxidação e reduz a deposição de ácidos graxos no tecido adiposo (DELANY, 2002). Ensaios *in vivo* realizados por Atkinson (1999), revelaram que o CLA provoca alterações no balanço energético do organismo promovendo maior perda de energia que se traduz numa perda de gordura corporal. No entanto, Zambell, Keim e Loan (2000) não encontraram qualquer relação entre o balanço energético e o consumo de CLA.

O mecanismo exato pelo qual o CLA atua no metabolismo lipídico da glândula mamária não está totalmente elucidado. O CLA tem efeito inibidor da síntese *de novo* de ácidos graxos na glândula mamária (CHOUINARD et al., 1999; GIESY et al., 1999; LOOR; HERBEIN, 1998). A síntese *de novo* resulta na formação de ácidos graxos de cadeias curta e média (<16C), entre os quais estão os ácidos mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0), relacionados com uma maior incidência de aterosclerose (WILLIAMS, 2000). Por esta razão, as alterações da gordura do leite por ação do CLA (*trans-10, cis-12*) são acompanhadas por uma mudança favorável do seu perfil em termos nutricionais. A atividade anticancerígena do CLA poderá estar relacionada com a produção de eicosanoides (BELURY; KEMPA-STECZCO, 1997), nomeadamente o leucotrieno B4 (LTB4) e a PGE2 (LIU; BELURY, 1998; SUGANO; TSUJITA; YAMASAKI, 1998; SUGANO et al., 1997) e com efeitos positivos ao nível da resposta linfocitária e macrofágica (CHEW et al., 1997; WONG et al., 1997).

2.2.2 Funções dos ácidos graxos no organismo

Além de representarem uma reserva de energia, os lipídios são constituintes das membranas celulares, transportadores de ácidos graxos essenciais e vitaminas lipossolúveis e são substratos de compostos intermédios utilizados na biossíntese de hormônios e eicosanoides (Quadro 1).

A deposição de gordura e o fornecimento de substratos energéticos ao organismo são regulados por hormônios e enzimas através de diferentes vias metabólicas. Apesar dos vários estudos sobre a regulação da lipogênese e lipólise (HU; MERSMANN, 1991; MERSMANN, 1989), os mecanismos que controlam o armazenamento e utilização de energia não são bem conhecidos. Nos últimos 100-150 anos, com o desenvolvimento agrícola e industrial, a alimentação das sociedades sofreu alterações profundas, destacando-se o aumento do consumo de ácidos graxos saturados, de ácidos graxos *trans*, provenientes da hidrogenação de óleos vegetais, e de ácidos graxos da série *n-6* provenientes da produção industrial de óleos vegetais (LEAF; WABER, 1987).

Quadro 1 Funções principais dos ácidos graxos no organismo

ÁCIDO GRAXO	FUNÇÃO / EFEITO
Saturados	
Laúrico (C12:0)	Hipercolesterolémicos
Mirístico (C14:0)	Protrombóticos
Palmitico (C16:0)	
Esteárico (C18:0)	Hipolipidémico ou efeito neutro, precursor do ácido oleico
Monoinsaturados	
Oleico (C18:1 <i>n-9</i>)	Hipocolesterolémico Precursor do ácido eicosatrienóico
Poli-insaturados n-6	
Linoleico (C18:2 <i>n-6</i> , LA)	Componente das acilglucoceramidas Precursor do AA (Ácido araquidônico) Hipolipidémico
γ -Linolênico (C18:3 <i>n-6</i> , GLA)	Aumenta a fluidez das membranas Precursor do ácido eicosatrienoico e AA
γ -Di-homolinolênico (C20:3 <i>n-6</i> , DGLA))	Modifica os níveis de eicosanoides Precursor dos níveis dos PGE1
Araquidônico (C20:4 <i>n-6</i> , AA)	Precursor dos eicosanoides Altera a fluidez das membranas
Poli-insaturados n-3	
α -Linolênico (C18:3 <i>n-3</i> , ALA)	Hipolipedemia Altera a fluidez das membranas Precursor dos EPA e DHA
Eicosapentaenoico (C20:5 <i>n-3</i> , EPA)	Reduz a síntese do eicosanoides Hipolipidémico Reduz síntese de AA e eicosanoides

Docosahexaenoico (C22:6n-3, DHA)	Precursor de PGI3, TXA3 e TXB5 Hipolipidémico Essencial para a visão, sistema nervoso e membranas celulares reduz síntese de AA
----------------------------------	--

Fonte: Costa (2008)

Tem sido amplamente demonstrado que o consumo de gordura está associado ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares (KEYS, 1970; LEGRAND; MOUROT, 2003), estando o risco diretamente relacionado com os níveis plasmáticos de LDL e inversamente relacionado com os níveis de HDL (KATAN, 1998). Os diferentes ácidos graxos da dieta afetam de forma distinta a síntese, secreção e o catabolismo das lipoproteínas (GRUNDY, 1987). Os ácidos graxos saturados, com exceção do esteárico (C18:0), promovem aumento dos níveis plasmáticos de LDL, reduzindo a atividade do receptor do LDL no fígado. Os ácidos graxos poli-insaturados, e o ácido oleico (C18:1), provocam o decréscimo dos níveis plasmáticos de LDL.

A gordura do leite apresenta, em média, 60% de ácidos graxos saturados e apenas 2% ácidos graxos poli-insaturados. Por esta razão, deveria ser um dos alimentos de maior risco para o surgimento de doenças cardiovasculares. No entanto, existem vários estudos que revelam que os produtos lácteos possuem ação hipocolesterolêmica (AGERBAEK; GERDES; RICHELSEN, 1995; ANDERSON et al., 1995; ANDERSON; GILLILAND, 1999; DANIELSON; PEO; SHAHANI, 1989; HEPNER et al., 1979; KIYOSAWA et al., 1984; MANN; SPOERRY, 1974; ROSSOUW; BURGER; VYVER, 1981; SMEDMAN et al., 1999). Apesar da grande atenção dedicada pelos nutricionistas, a relação entre o consumo de gordura e o desenvolvimento de determinadas patologias não é ainda totalmente conhecida (SEMMA, 2002).

Nos países desenvolvidos a gordura consumida corresponde a cerca de 40% da energia da dieta, sendo necessário reduzir este valor para um máximo de

35% e concomitantemente assegurar que a gordura saturada não forneça mais de 10% da energia consumida diariamente devido aos efeitos hipercolesterolêmicos e trombogênicos dos ácidos graxos C14:0 e C16:0 (BRITISH DEPARTMENT OF HEALTH, 1994). São vários os países e as instituições que apresentam recomendações para o consumo de lipídios. De um modo geral, as recomendações vão no sentido da redução do consumo de gordura, em especial de gordura saturada e da redução da relação *n-6/n-3* na dieta (GIBNEY, 1993). O consumo médio diário de ácidos graxos *n-3* nos EUA é 1,6 g, correspondendo cerca de 1,4 g ao ALA e apenas 0,1-0,2 g ao EPA e DHA (KRIS-ETHERTON; HARRIS; APPEL, 2002). A *World Health Organization (WHO)* e a *North Atlantic Treaty Organization (NATO)* recomendam a ingestão diária de 0,3-0,5 g de EPA+DHA e 0,8-1,1 g de ácido ALA (Tabela 4).

Tabela 4 Recomendações diárias para o consumo de ácidos graxos, em g/dia, em adultos

País ou organização	Gordura total*	AGPI	18:2 n6	18:3 n3	EPA+DHA	n6/n3
NATO (1989)	20-28	6-7	4,8	1,0	0,27	4
EUA (1989)	<30	7	1-2	-	-	4-10
WHO (1990)	15-30	3-7	-	-	-	-
Canadá (1990)	30 (SFA<10)	>=3,5	>=3	>= 0,5	-	4-10
CMAFP (1991)	33	6	>=1	>=0,2	-	-
FAO (1994)	15-35	-	4-10	-	-	5-10
Japão (1995)	20-25	7-8	-	-	-	4

NATO – North Atlantic Treaty Organization;

EUA – Estados Unidos da América

CMAFP – Committee on Medical Aspects of Food Policy;

FAO – Food and Agricultural Organization;

WHO – World Health Organization

* % Energia dieta /dia

Martin et al. (2001) apresentam as seguintes recomendações para o consumo de lipídios (*ANC Apports Nutritionnels Conseillés pour la population Française*) (Tabela 5):

Tabela 5 Recomendações de consumo de ácidos graxos

	g/dia de ácidos graxos						TOTAL
	SFA	AGMI	18:2 n6	18:3 n3	LCFA	DHA	
Homem adulto (2200 kcal/dia)	19,5	49	10	2	0,5	0,12	81
Mulher adulta (1800 Kcal/dia)	16	40	8	1,6	0,4	0,1	66
Mulher amamentado (2250 Kcal/dia)	20	50	11	2,2	1	0,25	84,2
Idoso (1700 Kcal/dia)	15	38	7,5	1,5	0,40	0,10	62,5

Fonte: Martin et al. (2001)

O departamento de saúde inglês (BRITISH DEPARTMENT OF HEALTH, 1994) recomenda a redução da ingestão de gordura, em especial de gordura saturada, o aumento da ingestão de *n-3* ácidos graxos poli-insaturados, uma relação de Poli-insaturados/Saturados $(C18:2n-6+C18:3n-3)/(C14:0+C16:0+C18:0) > 0,4$ e uma relação de $n-6/n-3 < 4,0$ na dieta. A relação $n-6/n-3$ da gordura intramuscular dos ruminantes, particularmente quando estes são produzidos em sistemas extensivos está geralmente dentro dos valores recomendados pela maioria das organizações de saúde (ENSER et al., 1998; NURNBERG; WEGNER; ENDER, 1998). Este fato permitirá, eventualmente, considerar a carne de bovino, produzida naqueles sistemas, um alimento favorável ao equilíbrio da dieta.

De acordo com o *Institute of Medicine* (2002), a relação satisfatória da razão entre $n-6/n-3$ é de 10:1 a 5:1 e de acordo com base em experimentação animal esta razão é de 1:1 (FÜRST, 2002) enquanto hoje, em dietas ocidentais, a relação atinge 10 a 25:1, causando um desbalanceamento dos ácidos graxos no organismo humano. No Brasil, informações sobre a razão $n-6/n-3$ na dieta dos brasileiros são restritas e os resultados de pesquisas existentes incluem a composição em ácidos graxos de alguns alimentos isolados.

2.2.3 Gordura protegida

A utilização de lipídios na dieta dos ruminantes em sistema de confinamento pode trazer benefícios, principalmente devido à sua alta densidade energética com baixo incremento calórico. Entretanto, os ácidos graxos insaturados podem afetar a fermentação ruminal e uma maneira de contornar esse fato é o uso de "lipídeos protegidos", os quais não são totalmente utilizados pelos microorganismos do rúmen, passando para o intestino delgado diminuindo o efeito negativo da gordura e conseqüentemente, sobre a degradabilidade da fibra (MULLER et al., 2005). Alguns experimentos e trabalhos realizados demonstraram que a utilização de gordura protegida para produção de carne melhora o ganho de peso significativamente (FURUSHO-GARCIA et al., 2010).

A gordura protegida consiste em uma fonte de ácidos graxos insaturados. Normalmente são os ácidos linoleico e linolênico protegidos. A principal vantagem de se utilizar a gordura protegida (sabões de cálcio) é que os ácidos linoleico e linolênico são classificados como ácidos graxos essenciais, ou seja, ácidos que o organismo necessita, mas não tem a capacidade de sintetizar a quantidade necessária e a sua obtenção pela alimentação é dificultosa, pois como já foi dito, grandes quantidades deste ácidos essenciais são modificados no rúmen (AFERRI, 2003).

A gordura protegida é obtida a partir de ácidos graxos de cadeia longa que ficam livres em um processo de cisão dos triglicérides (Figura 6), de óleos vegetais. Esses ácidos graxos reagem com sais de cálcio, unidos na forma de um sal, popularmente conhecido como sabão cálcio. Os sabões de cálcio (Figura 7), por serem um produto altamente estável em água e temperatura, somente são digeridos no organismo animal em meio ácido.

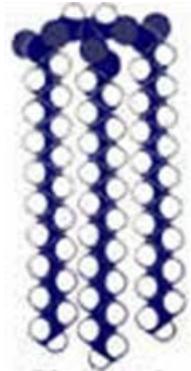


Figura 6 Ácidos graxos de cadeia longa
Fonte: Costa (2008)



Figura 7 Sabões de Cálcio
Fonte: Costa (2008)

No rúmen, o meio é apenas ligeiramente ácido ($\text{pH} = 6,2$), o que faz com que ele permaneça inalterado. Ao chegar ao abomaso, o meio torna-se extremamente ácido ($\text{pH} = 2-3$) ocorrendo o desdobraimento do sabão de cálcio, com a liberação para o intestino dos ácidos graxos e íons de cálcio, que serão absorvidos e levados pela corrente sanguínea. Para que esse processo ocorra, a gordura “*bypass*” (protegida) como também é denominada, deve estar protegida pela saponificação. Quanto menor o teor de ácidos graxos livres (não saponificados) maior será a proteção (CERVONI, 2006).

2.3 Vitamina E

As vitaminas classificam-se em hidrossolúveis e lipossolúveis. Nos alimentos, os lipídios são veículos das vitaminas lipossolúveis A, D, E e K (DELAND et al., 2003). O termo vitamina E é genérico para um conjunto de substâncias com a atividade biológica do α -tocoferol (FAUSTMAN et al., 1998), sendo conhecidos pelo menos oito isômeros isolados de óleos vegetais com a atividade biológica da vitamina E.

Estes compostos, com diferentes estruturas químicas, são: Alfa, Beta, Gama e Delta-tocoferol e Alfa, Beta, Gama e Delta-tocotrienol (Figura 8). Referindo-se a terminologia Alfa, Beta, Gama e Delta à posição do grupo metil.

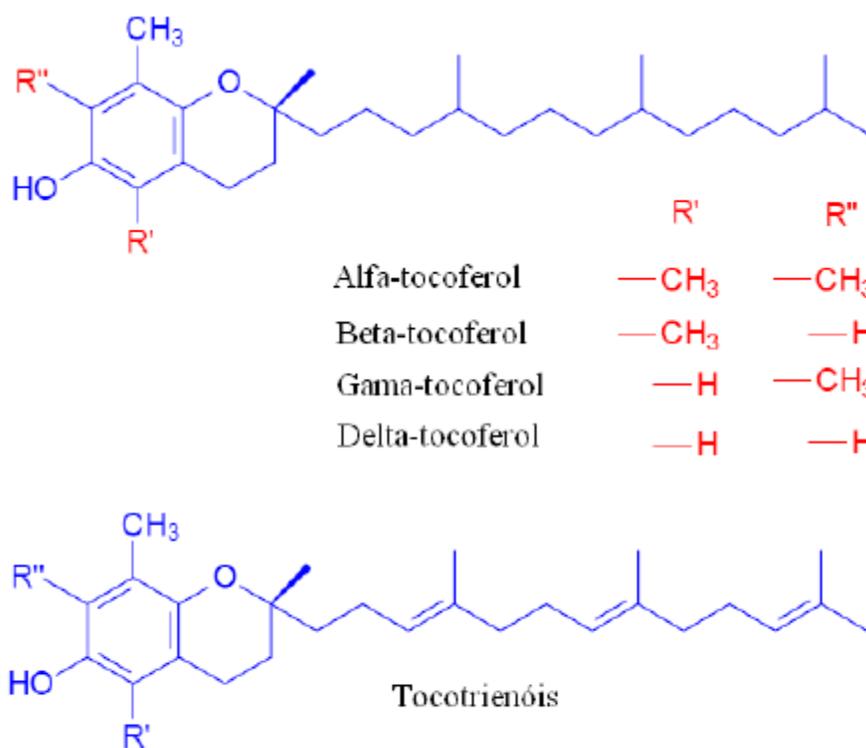


Figura 8 Estrutura química dos isômeros com a atividade biológica da vitamina E

Fonte: Costa (2008)

No que diz respeito ao controle da oxidação lipídica os tocoferóis são substancialmente mais potentes e ativos do que os tocotrienóis, com destaque para o α -tocoferol (COSTA, 2008) cuja função mais importante *in vivo* é como antioxidante, protegendo os ácidos graxos poli-insaturados, dos radicais livres produzidos, muitas vezes pelas próprias enzimas de membrana. Segundo Burton, Joyce e Ingold (1983), apenas uma molécula de α -tocoferol é suficiente para proteger cerca de 1000 moléculas de lipídeos.

A concentração de α -tocoferol no organismo depende do tecido e do órgão considerados. De um modo geral, o fígado e as glândulas adrenais possuem maior concentração de α -tocoferol do que o tecido muscular e adiposo (ARNOLD et al., 1992). As diferenças no teor de α -tocoferol entre os músculos estão relacionadas com o sistema vascular e com o seu teor de lipídeos, sendo assim, os músculos mais oxidativos possuem maior capacidade de armazenamento (CHAN et al., 1996; JENSEN; LAURIDSEN; BERTELSEN, 1998; LAURIDSEN; BUCKLEY; MORRISSEY, 1997; LIU; LANARI; SCHAEFER, 1995). As alterações bioquímicas e a ruptura dos sistemas celulares que normalmente acompanham a transformação do músculo em carne fornecem condições para um desequilíbrio entre os fatores pró-oxidantes e a capacidade antioxidante (BUCKLEY; MORRISSEY; GRAY, 1995), facilitando a formação de radicais livres para propagação das reações de oxidação (PEARSON; LOVE; SHORTLAND, 1977).

A dieta é um dos fatores que mais influencia a concentração de α -tocoferol muscular. Segundo McClure et al. (2002), a carne proveniente de bovinos produzidos com uma dieta à base de concentrados apresenta, em média, cerca de 4 μ g de α -tocoferol/g de músculo. Quando os bovinos são criados em

sistema de pastoreio o teor de α -tocoferol na carne pode chegar a 9,3 $\mu\text{g/g}$ de músculo (FAUSTMAN et al., 1998). Cannon, Morgan e Schmidt (1996) e Faustman et al. (1998) referem que é necessário no mínimo 3,0 – 3,7 $\mu\text{g/g}$ de α -tocoferol para haver estabilização da cor da carne.

A maioria dos óleos contém tocoferóis, sendo maior a sua quantidade quanto maior o grau de insaturação do óleo. Dependendo da dieta, os animais são incapazes de sintetizar vitamina E para suprir as suas necessidades (FAUSTMAN et al., 1989). Segundo o National Institute of Health (2002), o consumo diário recomendado de vitamina E nos humanos é de 22 UI (Unidade Internacional) (fonte natural) e 33 UI (fonte sintética). A forma sintética do α -tocoferol não é biologicamente tão ativa quanto o composto natural, apresentando-se comercialmente como ésteres sem qualquer atividade antioxidativa (COSTA, 2008).

Uma vez que a vitamina E é hidrolisada no intestino liberta-se o α -tocoferol que recupera a sua atividade antioxidante. Depois de absorvido, o α -tocoferol é transportado até o fígado sob a forma de quilomicra, que segrega o α -tocoferol posteriormente para o plasma, como parte integrante das lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) e de baixa densidade (LDL) (LIU; LANARI; SCHAEFER, 1995).

Segundo Zeoula e Geron (2006), o uso de suplementação na dieta com vitamina E pode propiciar maior estabilidade da oximioglobina e dos lipídeos, resultando em menor descoloração da carne e rancidez. Nute et al. (2007), utilizando dietas contendo óleo de peixe e óleo de linhaça para cordeiros, encontraram que, para animais das duas dietas, a cor da carne foi prejudicada e que os lipídeos tiveram baixa estabilidade, o que prejudicou o tempo de armazenamento do produto e concluíram que esses efeitos estavam relacionados ao fornecimento de óleo na dieta, associado a um baixo conteúdo de vitamina E nos músculos. Salvatori et al. (2004), avaliaram o efeito da suplementação com

vitamina E em dietas de cordeiros de dois genótipos diferentes e concluíram que houve uma redução considerável da peroxidação dos lipídeos da carne. A mesma redução da peroxidação dos lipídeos da carne e a coloração adequada foi encontrada por Macit et al. (2003) usando suplementação de vitamina E acima das recomendações para cordeiros machos da raça Awassi.

Segundo Demirel et al. (2004), que avaliaram o uso de fontes de ácidos graxos poli-insaturados, associados à suplementação com vitamina E, os níveis elevados da mesma promoveram pequenas diminuições na concentração de ácidos graxos monoinsaturados e aumentou as concentrações de ácidos graxos poli-insaturados na carne. De acordo com McDowell et al. (1996), o NRC recomenda para ruminantes, de maneira geral, requerimento entre 15 a 40 mg kg⁻¹ de matéria seca de vitamina E. No entanto, relata que níveis acima da recomendação, principalmente para animais em crescimento pode melhorar o desempenho do animal, as características da carcaça e da carne. Demirel et al. (2003) concluíram que é possível aumentar a concentração de CLA na carne de cordeiros com a adição de ácidos graxos poli-insaturados na dieta, mas são necessárias mais investigações sobre as consequências da vitamina E sobre o conteúdo de CLA no tecido muscular dos animais.

Apesar dos relatos acima serem favoráveis ao uso da vitamina E associado à fontes de gordura na dieta, Chikunya et al. (2004) avaliando a biohidrogenação de ácidos graxos poli-insaturados no rúmen de ovinos fistulados, associado ao fornecimento de α -tocoferol acetato, encontrou que tanto o óleo de peixe, quanto o óleo de linhaça foram altamente susceptíveis à biohidrogenação ruminal e o nível de vitamina E no plasma dos animais permaneceram deficientes.

2.4 Oxidação lipídica

A oxidação lipídica é iniciada nos ácidos graxos poli-insaturados dos fosfolipídios membranares (LAURIDSEN; BUCKLEY; MORRISSEY, 1997) sendo influenciada pela presença de pró-oxidantes, como a hemoglobina, a mioglobina, os citocromos e o ferro não hémico, e pelos níveis de antioxidante, como o α -tocoferol, os carotenoides, a histidina, alguns dipéptidos e enzimas (BERTELSEN et al., 2000; YANG et al., 2002). Quando os AGPI são oxidados na membrana celular ocorre uma cascata de reações químicas que, na presença do α -tocoferol, são interrompidas nas etapas iniciais (LAURIDSEN et al., 2000; SCHAEFER et al., 1995). Segundo Asghar et al. (1990), o α -tocoferol está presente nas membranas subcelulares junto a coenzimas como o NADPH oxidase, capazes de catalisar a formação de radicais livres. O grupo fenólico do α -tocoferol atua como doador de elétrons, desativando a catálise e suprimindo a formação de radicais peróxido (DRINCK et al., 1996; FAUSTMAN et al., 1998). A vitamina E libera um átomo de hidrogênio que é capturado por um radical peróxido (ROO•) sendo reduzido a hidroperóxido (ROOH). Os graus de oxidação lipídica são avaliados pela determinação de produtos de degradação dos ácidos graxos poli-insaturados. Os métodos analíticos mais comuns doseiam as substâncias que reagem com o ácido tiobarbitúrico (TBARS), como medida do grau de oxidação da carne e produtos cárneos.

A oxidação lipídica é um dos principais processos de deterioração de qualidade em carnes e produtos cárneos. As mudanças na qualidade se manifestam por alterações adversas no sabor, cor, textura, valor nutritivo e pela possível produção de compostos tóxicos (JENSEN; LAURIDSEN; BERTELSEN, 1998). A oxidação e as alterações na cor do produto são difíceis de serem controladas devido à complexidade e instabilidade das reações oxidativas (MATHIAS; ROSENTHAL; GASPAR, 2010). Ramalho e Jorge (2006) relatam que uma série de estudos tem surgido para avaliar o potencial antioxidante de vários compostos, suas concentrações adequadas e a substituição

dos antioxidantes sintéticos por naturais, visto que estudos têm constatado a possibilidade dos sintéticos proporcionarem algum efeito tóxico.

A forma na qual o lipídio se encontra e conseqüentemente sua possível participação em doenças crônicas ou degenerativas são parâmetros importantes à serem estudados uma vez que o aldeído malônico e outros produtos da oxidação lipídica tem chamado a atenção da comunidade científica por sua provável relação com a formação de câncer (TERRA; CICHOSKI; FREITAS, 2006).

A oxidação de lipídios, presentes nos alimentos, envolve uma reação em cadeia de radicais livres que é, frequentemente, iniciada pela exposição dos lipídios à luz, calor, radiação ionizante, íons metálicos, entre outros fatores. Os radicais livres são moléculas que contêm um elétron não pareado, são espécies instáveis e reagem com diversos compostos. Além dos radicais livres, outras espécies reativas ao oxigênio no organismo são provenientes do processo metabólico normal ou de fontes externas (KARAKAYA; EL; TAS, 2001). Os ácidos graxos poli-insaturados são mais propensos à oxidação, resultando na formação de produtos como alcanos, aldeídos, álcoois e hidroperóxidos, além de epóxidos e cetonas (DORMANDY, 1994). Esta propensão surge do fato de que os átomos de hidrogênio do grupo metileno são mais susceptíveis ao ataque por radicais livres que os hidrogênios presentes na estrutura de lipídeos totalmente saturados.

A deterioração lipídica é um fenômeno espontâneo e inevitável, com implicação direta no valor comercial dos óleos e gorduras, ou de todos os produtos pelos quais são formulados ou constituídos.

O aumento na ingestão de AGI, presentes em grande quantidade em grãos de oleaginosas, pode contribuir para redução da vida de prateleira das carnes, por meio da formação de sabor e aromas indesejáveis com base na oxidação lipídica. A oxidação pode ser evitada, se ocorrer a correta ingestão de

vitamina E, que garante elevada concentração de α -tocoferol na membrana celular ou se minimizar o nível de ácidos graxos altamente oxidáveis na dieta.

A Vitamina E neutraliza radicais livres que se formam nas membranas lipídicas das células, conferindo efeito protetor contra a oxidação destas membranas (LIU; LANARI; SCHAEFER, 1995). A formação de radicais livres é uma das causas preliminares para a deterioração da cor, da textura e do sabor da carne (KANNER, 1994). O prejuízo oxidativo é o maior fator não microbiano responsável pela deterioração da qualidade da carne. Particularmente, seu valor oxidativo é indicado pela estabilidade da cor, susceptível à rancificação. O conteúdo de pigmentos heme, em conjunto com a atividade catalase, pode determinar o potencial de oxidação lipídica das carnes cruas (RHEE, 1988).

Tem sido proposto que o ferro não heme, especialmente o ferro liberado dos pigmentos heme com aquecimento é o catalisador principal da oxidação lipídica de carne cozida (RHEE, 1988). O ferro é um catalisador importante em sistemas biológicos, sendo a principal fonte de ferro livre na célula, a ferritina. Durante a estocagem do músculo, a ferritina perde ferro a uma taxa significativa, podendo o ferro iniciar a peroxidação lipídica na membrana (KANNER, 1994).

Os ácidos graxos poli-insaturados, como ácido linoleico (C18:2, ω -6), linolênico (C18:3, ω -3) e araquidônico (C20:4, ω -6), associados predominantemente aos fosfolipídios da membrana muscular da carne, são altamente susceptíveis à oxidação durante a estocagem, principalmente quando a carne é moída ou cozida, resultando na deterioração do produto pela formação de sabor e aroma de ranço. Os hidroperóxidos, produtos primários da oxidação lipídica, são predominantemente sem odor e sem sabor, mas os produtos secundários da reação, como aldeídos, que resultam da degradação térmica dos hidroperóxidos têm grande impacto na deterioração do sabor (YANG et al., 2002). A natureza e proporções relativas dos aldeídos, provenientes de processos

degradativos, dependem muito do tipo de ácido graxo oxidado e das condições de oxidação.

O teste do ácido 2-tiobarbitúrico (TBA) é baseado na reação do ácido 2-tiobarbitúrico com os produtos de decomposição dos hidroperóxidos. Um dos principais produtos formados no processo oxidativo é o malonaldeído, ocorrendo a formação de um complexo de cor vermelha. A reação ocorre em meio ácido (pH 1 a 2) e à alta temperatura (100°C), no sentido de aumentar a sua velocidade e sensibilidade (SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999). Dessa forma, quanto maior o teor de ácidos graxos poli-insaturados presente na composição da carne, maior serão os problemas associados aos níveis de oxidação lipídica. Tanto que produtos de carne suína podem apresentar rancificação, em períodos de estocagem menores, em função do maior conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados, comparados a bovinos.

Lawrie (2005) citou que a velocidade de oxidação da gordura intramuscular tende a ser mais alta, principalmente, em raças melhoradas (pela maior quantidade de gordura) e em animais que estejam recebendo grandes proporções de gordura insaturada em sua dieta. Yang et al. (2002) estudaram o desenvolvimento de oxidação lipídica em carne de animais terminados em confinamento e a pasto, suplementados com 0,500 ou 2500 UI de vitamina E/cabeça/dia, durante 105 dias. Os autores encontraram que a carne de animais terminados em pasto de boa qualidade, tem quantidade equivalente de α - tocoferol à carne de animais terminados em confinamento, suplementados com 2500 UI. Após o período de estocagem, a carne não suplementada gerou a maior quantidade de hexanal do que a de animais a pasto, mas as diferenças só se tornaram significativas após o 30º dia de estocagem.

Williams et al. (1993) descreveram que animais a pasto ingerem maiores quantidades de Vitamina E e que, por ser um antioxidante natural, é mais eficiente em manter a coloração vermelha do músculo. Os mesmos autores

relataram, ainda, que a maior ingestão de β - caroteno, em animais a pasto, também, apresenta efeito antioxidante no organismo e interfere na coloração da gordura subcutânea, tornando-a amarela mais intensa. Costa (2009) avaliou os valores de TBA (Ácido tio-barbitúrico), para a inclusão de caroço de algodão na dieta e não observou diferença. Portanto, a associação da alimentação de bovinos com caroço de algodão ao agravamento da oxidação lipídica não se confirmou com os níveis avaliados.

Semelhantemente, o aumento do teor de extrato etéreo (EE) na dieta de novilhos não interferiu na vida de prateleira da carne (NELSON et al., 2008).

O efeito antioxidante do α -tocoferol é superior quando existe a combinação com um antioxidante hidrossolúvel, como a vitamina C (MITSUMOTO et al., 1991a) (Figura 9).

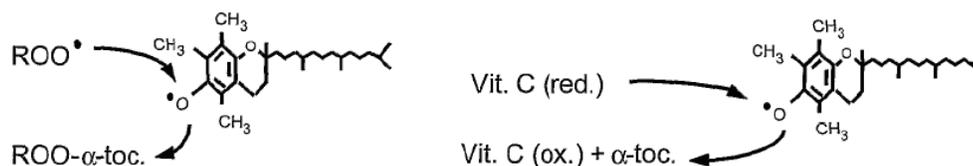


Figura 9 Mecanismo de atuação do α -tocoferol individualmente e em sinergia com a vitamina C

Fonte: Costa (2008)

Apesar da estabilidade manifestada pelos radicais da vitamina E, estes podem reagir com outros radicais, terminando a cadeia de reações associadas à oxidação lipídica (Figura 9). A eficiência desta proteção depende da relação α -tocoferol/teor de ácidos graxos insaturados presentes nas membranas e da presença de determinadas enzimas e outros pró-oxidantes. A vitamina E pode ser regenerada pelo ascorbato ou pela glutatona, embora o primeiro mecanismo de regeneração não seja ainda, totalmente, compreendido *in vivo* (GILLE; SIGLER, 1995).

As fibras do tipo I e IIA geralmente possuem maior capacidade oxidativa, densidade capilar e maior teor em lípidos do que as do tipo IIB. Por esta razão necessitam de mais α -tocoferol para prevenir o desenvolvimento de oxidações lipídicas. A existência do maior número de componentes subcelulares nos músculos com elevada capacidade oxidativa pode contribuir para o maior acúmulo de α -tocoferol neste tipo de músculos do que nos de carácter glicolítico (LAURIDSEN; BUCKLEY; MORRISSEY, 1997). Um número maior de mitocôndrias e microssomas possibilitam maior área membranar e maior capacidade de armazenamento de α -tocoferol (ASGHAR et al., 1991; LAURIDSEN et al., 2000; LIU LANARI; SCHAEFER, 1995). Por outro lado, os lípidios das mitocôndrias e dos microssomas são muito susceptíveis à oxidação devido ao seu elevado teor em fosfolípidos ricos em ácidos graxos poli-insaturados (WEN et al., 1997). Além da ação antioxidante, o α -tocoferol ajuda a estabilizar o complexo de oximioglobina (FAUSTMAN et al., 1989; LANARI et al., 1994). O mecanismo exato pelo qual o α -tocoferol, um antioxidante lipossolúvel, protege a oximioglobina que é hidrossolúvel não é bem conhecido (O'GRADY; MONAHAN; BRUNTON, 2001). A localização do α -tocoferol, próxima dos fosfolípidios facilmente oxidáveis das membranas celulares sugere que a estabilização do pigmento estará relacionada com a capacidade de inibir a oxidação lipídica (MONAHAN et al., 1994; SCHAEFER et al., 1995). Segundo estes autores, os produtos da oxidação lipídica são mais hidrossolúveis do que os lípidios e podem entrar no citoplasma onde interagem com a oximioglobina, promovendo a sua oxidação.

Foi sugerido por Lanari et al. (1994) e por Yin e Faustman (1994) que a oxidação da oximioglobina é iniciada pelos radicais livres formados no processo da oxidação lipídica. A oxidação lipídica é um processo que consome oxigênio e a oxidação da oximioglobina é marcadamente influenciada pelo nível de oxigênio. As tensões baixas de oxigênio favorecem a formação da

metamioglobina. É possível que a oxidação lipídica provoque a descida do oxigênio dissolvido para níveis favoráveis à oxidação da mioglobina. Ainda não se sabe se a oxidação da oximioglobina ocorre primeiro e catalisa a oxidação dos lipídios ou vice-versa (O'GRADY; MONAHAN; BRUNTON, 2001). Têm sido realizados muitos estudos sobre a oxidação lipídica e sobre a oxidação da oximioglobina, utilizando soluções de oximioglobina relativamente puras em combinação com lipídios microsossomais ou lipossomais. Apesar de importantes, estes sistemas estão longe de representar a enorme complexidade dos compostos existentes nos músculos, nos quais se incluem enzimas antioxidantes e pró-oxidantes, íons metálicos, compostos redutores e agentes que formam quelatos.

A suplementação da dieta com α -tocoferol resulta em níveis musculares mais elevados neste composto, traduzindo-se em menor oxidação lipídica da carne (CANNON; MORGAN; SCHMIDT, 1996; CHAN et al., 1996; JENSEN et al., 1996; LAHUCKY et al., 2002; MONAHAN et al. 1994; SCHWARZ et al., 1998; ZERBY et al., 1999), menor formação de metamioglobina (CHAN et al., 1996; EIKELENBOOM et al., 2000; FAUSTMAN et al., 1998; LIU; LANARI; SCHAEFER, 1995; MITSUMOTO et al., 1991b) e menor exsudação (BUCKLEY; MORRISSEY; GRAY, 1995; CANNON; MORGAN; SCHMIDT, 1996; EIKELENBOOM et al., 2000; SCHWARZ et al., 1998; WINNE; DIRINCK, 1997), aumentando o período de vida útil comercial da carne (DIRINCK et al., 1996).

Segundo Greer et al. (1998) e Sanders et al. (1997), a suplementação da dieta com α -tocoferol estabiliza os pigmentos cárneos sem ter efeitos negativos no crescimento, na qualidade da carne e no desenvolvimento microbiano. A adição de α -tocoferol à carne não é tão eficiente quanto a sua ingestão *in vivo*, dado que o α -tocoferol não é diretamente incorporado na membrana onde ocorre a oxidação lipídica (FAUSTMAN et al., 1989). A adição *post-mortem* de α -

tocoferol proporciona uma elevada superfície de contato com o músculo, mas este contato é apenas superficial e não intramembranar.

A susceptibilidade da fração lipídica do tecido muscular à oxidação depende da superfície de exposição da carne, do seu pH e da temperatura da carcaça. No entanto, o fator mais importante é a proporção de AGPI (LAHUCKY et al., 2002). A correlação entre as concentrações de AGPI e do α -tocoferol é um indicador importante da estabilidade oxidativa dos lipídeos musculares e das taxas dos processos oxidativos (COSTA, 2008).

A oxidação lipídica é um processo autocatalítico geralmente iniciado ao nível dos ácidos graxos insaturados da fração fosfolipídica das membranas celulares, devido à presença de radicais livres (ALLEN; FOEGEDING, 1981) (Figura 10). Os radicais livres são formados por certas oxidases, cuja ação é favorecida pela presença de metais de transição como o Fe^{2+} e o Cu^+ , ácidos graxos insaturados, mioglobina, hemoglobina, citocromos, luz, calor, condições alcalinas (DZIEZAK, 1986) e influenciada pelas condições de abate (*stress*, pH, estimulação elétrica, temperatura de arrefecimento da carcaça) e pela presença das vitaminas E e C. O radical $\text{O}\cdot$ é um dos radicais livres mais potentes (NAKAZAWA; GENKA; FUJISHIMA, 1996). A oxidação lipídica aumenta a taxa de formação de metamioglobina, que por sua vez atua como catalisador da reação (ENSER, 2001). O ataque dos radicais livres aos ácidos graxos insaturados depende do tamanho de sua cadeia e do seu número de ligações duplas (COSGROVE; CHURCH; PRYOR, 1987). O elevado teor em ácidos graxos poli-insaturados dos fosfolipídios da carne e a sua maior susceptibilidade a ataque dos agentes oxidantes presentes nas células, permite que a oxidação se inicie ao nível subcelular (GRAY; BUCKLEY, 1996; IGENE et al., 1979; SEVILLA; BECKER; SEVILLA, 1986).

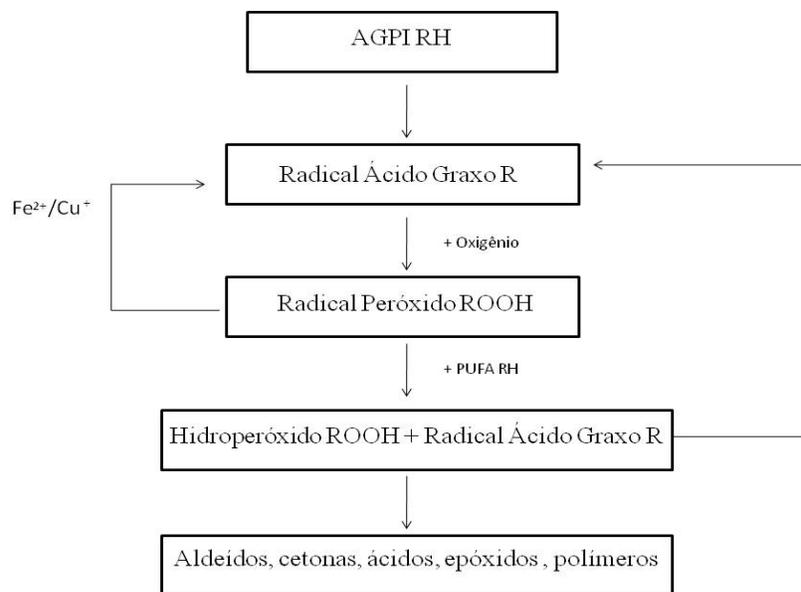


Figura 10 Oxidação de ácido graxo poli-insaturado
 Fonte: Costa (2008)

Segundo Rhee (1988), o complexo metamioglobina-peróxido de hidrogênio inicia a oxidação lipídica na carne fresca, com os ácidos graxos poli-

insaturados a gerarem vários produtos de oxidação como: aldeídos, cetonas, ácidos, epóxidos, polímeros (LARICK et al., 1992), responsáveis pelos odores e *flavores* desagradáveis (GRAY; BUCKLEY, 1996). Os produtos de oxidação dos lipídios reagem com as proteínas, provocando perda da sua funcionalidade e redução do valor nutritivo da carne (ENGESETH et al., 1993). Por outro lado, a oxidação dos fosfolipídios das membranas celulares ocasiona a perda da estrutura e das funções que a membrana desempenha (LAHUCKY et al., 2002; MONAHAN et al., 1994; WEN et al., 1997). A quebra da integridade da célula muscular pode afetar a sua capacidade para atuar como barreira de permeabilidade seletiva, contribuindo para aumentar as perdas por exsudação da carne (HERTOG-MEISCHKE; SMULDERS; EIKELENBOOM, 1997). A produção de radicais livres tem implicações nas características sensoriais e físico-químicas da carne, prejudicando o *flavor*, textura, cor e valor nutritivo (CORINO et al., 1999). Além da degradação da qualidade organoléptica dos alimentos, alguns destes compostos poderão estar implicados no desenvolvimento de doenças cardiovasculares e de cancro (GUARDIOLA et al., 1996; PIKUL et al., 1984).

As alterações bioquímicas e a ruptura dos sistemas celulares que, normalmente, acompanham a transformação do músculo em carne fornecem condições para um desequilíbrio entre os fatores pró-oxidantes e a capacidade antioxidante (BUCKLEY; MORRISSEY; GRAY, 1995), facilitando a formação de radicais livres para propagação das reações de oxidação (PEARSON; LOVE; SHORTLAND, 1977). Não se conhece bem o mecanismo de iniciação do processo de oxidação, uma vez que a formação espontânea de um radical lipídico ou a reação direta dos ácidos graxos insaturados com o oxigênio molecular é termodinamicamente desfavorável (BUCKLEY; MORRISSEY; GRAY, 1995). Alguns autores referem que é a existência de metais de transição, como o ferro, capazes de gerar espécies com a potencialidade de retirar um

próton a um ácido graxo insaturado que iniciam o processo. Além da iniciação, estes metais também poderão desempenhar um papel fundamental na propagação da oxidação, uma vez que catalisam a quebra de hidroperóxidos lipídicos (GOVINDARAJAN; HULTIN, 1977). A susceptibilidade da fração lipídica do tecido muscular à oxidação depende da superfície de exposição da carne, do seu pH e da temperatura da carcaça. No entanto, o fator mais importante é a proporção de AGPI (LAHUCKY et al., 2002). Os músculos com maior teor de fosfolipídios e conseqüentemente de AGPI são mais susceptíveis à oxidação (LAURIDSEN; BUCKLEY; MORRISSEY, 1997). A proporção entre as concentrações de AGPI e de α -tocoferol é um indicador importante da estabilidade oxidativa dos lipídios musculares e das taxas dos processos oxidativos.

Qualquer evento que quebre a integridade das membranas musculares e altere a compartimentação celular facilita a interação pró-oxidantes-ácidos graxos, promovendo a formação de radicais livres e a propagação das reações de oxidação (BUCKLEY; MORRISSEY; GRAY, 1995). O colesterol presente em alimentos como o leite e produtos lácteos, os ovos, a carne e produtos cárneos pode sofrer oxidação e formar produtos de oxidação do colesterol (COPS). De modo geral, o calor, o pH, a luz, o oxigênio, a atividade da água, a radiação e o teor de ácidos graxos insaturados e de radicais livres são os principais fatores que afetam a formação de COPS. O seu isolamento e quantificação em materiais biológicos é difícil devido à presença de substâncias interferentes como o colesterol, os triacilgliceróis, os fosfolipídios, entre outros (CSALLANY et al., 1989). O mecanismo de oxidação do colesterol é semelhante ao dos ácidos graxos. Os fosfolipídios e os ácidos graxos ligados ao colesterol estão intimamente associados, fazendo parte integral da bicamada lipídica da membrana celular. Deste modo, os hidroperóxidos formados durante a oxidação

dos ácidos graxos desempenham um papel muito importante na oxidação do colesterol (SMITH, 1981).

Segundo Osada et al. (1993), o colesterol puro se mantém estável quando é aquecido durante 24h a 100°C. No entanto, quando é aquecido na presença de ácidos graxos poli-insaturados, é rapidamente oxidado, formando-se vários produtos de oxidação.

2.5 Qualidade da carne

Os consumidores, cada vez mais, se interessam por alimentos que, além de conterem características sensoriais desejáveis, possam fornecer, também, substâncias benéficas à saúde humana. Esses alimentos são conhecidos como nutracêuticos e, de fato, os consumidores estão mais conscientes das relações entre dieta e saúde (SERRANO et al., 2007). Por isso, as indústrias de alimentos e instituições de pesquisa começaram a despender esforços na busca por alimentos dessa natureza.

Apesar da ovinocultura de corte estar em destaque, atualmente, no cenário agropecuário nacional, ainda há necessidade de pesquisas que auxiliem na geração de tecnologias adequadas, principalmente quanto ao aspecto da qualidade da carne, já que a atividade, apesar de ser promissora, está em função da conquista de uma grande fatia do mercado consumidor, o qual tradicionalmente não consome esta carne (FURUSHO-GARCIA et al., 2004; FURUSHO-GARCIA et al., 2007a). A divulgação no Brasil das qualidades típicas da carne ovina, pelo seu sabor e valor nutritivo, promoveu aumento considerável no consumo destes produtos em regiões não tradicionais, o que vem promovendo crescimento da demanda (COUTO, 2003).

De acordo com Osório e Osório (2003), sobre os fatores determinantes do crescimento e desenvolvimento do animal é que se pode atuar para produzir

uma carne de qualidade, devendo esta qualidade ser mantida e se possível melhorada até chegar ao prato do consumidor. Desde o nascimento até o abate, a nutrição pode ser um dos fatores mais importantes, se não o principal, no desenvolvimento do animal, podendo afetar a composição da carne (Furusho-Garcia et al., 2007b). De acordo com os ingredientes da dieta e o manejo utilizado, a distribuição de nutrientes no organismo animal poderá ser alterada (ELY et al., 1979).

O conceito de "qualidade de carne" é dinâmico e evolui de acordo com a preferência dos consumidores, envolvendo características diversas, que estão fortemente relacionadas às tradições e culturas de cada região, por isso não é válida uma definição com aceitação mundial. O critério qualidade varia no espaço e no tempo e é definido em função da adequação das peculiaridades do produto às exigências da demanda (SILVA SOBRINHO et al., 2008).

Um produto de qualidade deve atender às expectativas que o consumidor deseja encontrar, ou seja, um alimento saudável, nutritivo e agradável ao paladar (ROTA et al., 2004). Para atender às exigências do mercado consumidor, o setor produtivo deve avaliar os fatores que têm influência nos atributos físicos e químicos da carne, pois esses determinam sua qualidade e aceitabilidade (MARTÍNEZ-CEREZO et al., 2005).

Devido à elevada taxa de crescimento, o cordeiro é a categoria na espécie ovina que possui maior eficiência produtiva, resultando em melhores rendimentos de carcaça e carne de maior qualidade (PIRES et al., 2000) e o confinamento é a alternativa de produção que melhor permite explorar o potencial de ganho do animal na fase jovem. A presença de vitamina E, minerais e antioxidantes também pode levar à melhoria da qualidade da carne (BEN SALEM et al., 2010).

A descrição detalhada dos caracteres qualitativos da carne é uma necessidade, já que os compradores fazem sua eleição de consumo baseados

nesses atributos, além dessas características serem passíveis de agregar valor ao produto final (SILVA et al., 2008). Recentemente, a quantidade de calorias ingeridas diariamente pelas pessoas tem reduzido, especialmente as provenientes de lipídios, o que torna importante conhecer a qualidade da carne (PINHEIRO; JORGE; FRANCISCO, 2008).

O desempenho antes do abate é importante na escolha do momento adequado para o mesmo, associado ao custo de produção (MACEDO, 1998; PILAR et al., 2003). Já as medidas de carcaça, caracterizam o produto e apresentam alta correlação com seu peso (EL KARIM et al., 1988; WOOD et al., 1980), e a composição das carcaças, principalmente pela mensuração da espessura da gordura subcutânea (WOOD; MACFIE, 1980; FISHER, 1990).

Está bem estabelecido que o amaciamento da carne no *post mortem* é um complexo processo bioquímico que envolve a quebra das proteínas miofibrilares, em que o sistema proteolítico das calpaínas é o responsável pela proteólise (HOPKINS; THOMPSON, 2002). O animal recém abatido apresenta, em seus músculos ATP (Adenosina Trifosfato), fosfocreatina e seu pH está em torno de 6,9 a 7,2 (BIANCHINI, 2005). Após a morte, o fornecimento de oxigênio é cortado e o músculo inicia seu metabolismo anaeróbico, havendo formação de ácido lático e ATP. Como resultado, os prótons que são produzidos, durante a glicólise, causam diminuição significativa do pH intracelular (ROÇA, 2000).

A diminuição da capacidade de manter a integridade pela queda de pH faz com que as proteínas musculares se tornem mais susceptíveis à desnaturação. Nestas condições, as proteínas sofrem a ação das enzimas proteolíticas presentes no interior da célula, cuja liberação e ativação dependem da queda do pH (MANTESE, 2004). Inicia-se, dessa forma, a resolução do *rigor mortis*, que é seguida de um progressivo amaciamento da carne (LAWRIE, 1998). A velocidade e intensidade de instalação do *rigor mortis* estão relacionadas à

temperatura do músculo. Se a queda da temperatura ocorre de maneira muito rápida, atingindo de 10 a 15°C antes das primeiras 10 horas, quando o pH é superior aos valores compreendidos entre 6,0 e 6,4 (HUFF- LONERGAN; LONERGAN; VASKE, 2000), o músculo apresenta forte predisposição à contração muscular intensa. Este fenômeno é chamado de encurtamento pelo frio ou *cold shortening*, caracterizado pelo encurtamento dos sarcômeros e pela dureza da carne quando cozida. De acordo com Abularach, Rocha e Felício (1998), o valor de pH final considerado normal para a carne bovina, deve estar situado no intervalo de 5,4 a 5,8.

Alguns pesquisadores demonstraram que os lipídeos estão entre os componentes que têm recebido mais atenção, associados ao desenvolvimento de produtos mais saudáveis (DHIMAN et al., 1999; FROIDMONT-GORTZ, 2007; RAES et al., 2004). Alterações no perfil de ácidos graxos e elevações no teor de ácido linoleico conjugado (CLA) na carne bovina podem resultar na produção de alimento de melhor qualidade para o consumo humano (KAZAMA et al., 2008) e servir de ferramenta para a promoção da carne bovina pela indústria frigorífica (LADEIRA; OLIVEIRA, 2007).

Entre os ácidos graxos saturados (AGS), os ácidos mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) ganham grande importância, por altas concentrações observadas na composição da gordura e por suas propriedades hipercolesterolêmicas, enquanto o ácido esteárico (C18:0) parece não ter efeito sobre os níveis de colesterol (GIVENS, 2005; LEE et al., 2006). Dentre os ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), os ácidos da série n-6 (linoleico, C18:2) e n-3 (linolênico, C18:3) são considerados os mais importantes, pois, além de não serem sintetizados pelo organismo são os principais precursores do CLA, além de poderem formar outros ácidos da mesma série, com a ação de dessaturases e elongases

Alguns isômeros do CLA, como o C18:2 *cis*-9 *trans*-11 e o C18:2 *trans*-10 *cis*-12, são os mais importantes (PARK; PARIZA, 2007), sendo a composição da gordura de ruminantes a principal fonte natural dietética de C18:2 *cis*-9 *trans*-11 para o ser humano (KRAMER et al., 1998). Esse isômero é produzido, principalmente, pela biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos poli-insaturados da dieta e nos tecidos pela ação da enzima 9 dessaturase (NUERNBERG et al., 2005). Todavia, é importante ressaltar que as propriedades físicas e químicas dos lipídios afetam, diretamente, as qualidades sensoriais e de conservação da carne. Os ácidos graxos poli-insaturados são mais susceptíveis ao ataque por radicais livres e a sua oxidação pode ser prejudicial à carne, diminuindo seu tempo de prateleira e afetando características associadas à coloração (MADRUGA et al., 2004).

A avaliação da qualidade nutricional da carne de ruminantes tem sido realizada com base na composição de ácidos graxos, por meio da determinação de índices que relacionam o conteúdo de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) e poli-insaturados (AGPI) séries -6 e -3. As razões AGPI: AGS e -6:-3 têm sido utilizadas com frequência para análise do valor nutricional de óleos e gorduras e indicar o potencial colesterolêmico. Índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) são utilizados como medidas de avaliação e comparação da qualidade de diferentes alimentos e dietas. Adicionalmente, o consumo de fontes ricas em ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) ou alimentos que possuem maior relação de ácidos graxos poli-insaturados: saturados, também é desejável (WOOD et al., 2003).

Segundo Malau-Aduli et al. (1997) e Beaulieu et al. (2002), a produção do CLA pela Δ^9 -Dessaturase é realizada a partir do ácido *trans* vacênico (C18:1 t11), produzido pela biohidrogenação incompleta dos ácidos linoleico e linolênico pelas bactérias ruminais. Essa enzima apresenta atuação no epitélio do intestino e tecido muscular, porém em menor intensidade que no tecido adiposo,

e sua atividade pode ser influenciada pela raça, idade, pelo sexo e grau de maturidade fisiológica dos animais.

As dessaturases atuam oxidando dois carbonos da cadeia com formação de duplas ligações e as elongases atuam adicionando dois átomos de carbono à cadeia. Nos mamíferos, as dessaturases são capazes de introduzir duplas ligações nas posições Δ^5 , Δ^6 e Δ^9 , sendo que as enzimas Δ^5 e Δ^6 atuam na dessaturação dos AGPI, enquanto a Δ^9 dessaturase atua na síntese dos ácidos graxos monoinsaturados 16 e 17. Os AG n-3 e AG n-6 competem pelas mesmas enzimas envolvidas nas reações de dessaturação e alongação, sendo que essas enzimas têm maior afinidade pelos AG n-3¹⁸ (PERINI et al., 2010).

Nos mamíferos, os ácidos de até 16 átomos de carbono (ácido palmítico, 16:0) são sintetizados pela enzima ácido graxo sintase, pela síntese *de novo*, em quatro etapas. Inicia com a alongação de um grupo primário (acetil ou propionil) com duas unidades de carbono doados a partir do malonil-CoA e o NADPH é utilizado como agente redutor na reação de alongamento. Essa reação é repetida sete vezes em forma cíclica, para que a EAGS sintetize o ácido palmítico (JAKOBSSON et al., 2006).

O processo de alongação começa com a condensação de uma molécula de acetil-CoA e malonil-CoA, resultando em uma molécula de β -cetoacil-CoA. O segundo passo é redução que utiliza NADPH, onde β -cetoacil-CoA é convertido em β -hidroxiacil-CoA. Este é desidratado na terceira etapa resultando na molécula de enoil-CoA, que precisa ser reduzida pela enzima enoil-redutase na quarta etapa, para que o ciclo de alongamento esteja completo e gere um aumento do grupo acil na cadeia (JAKOBSSON et al., 2006).

Segundo Ewin (1997), à medida que envelhecemos, o organismo pode perder a capacidade de transformar um ácido graxo (precursor) em seus derivados. A idade pode afetar a atividade da enzima Δ^6 -dessaturase, responsável pela formação de ácidos graxos, tanto da família n-3 como n-6. A

baixa atividade ou insuficiência dessa enzima causa deficiência dos ácidos graxos sequenciais. No caso da perda total da atividade da enzima, os ácidos gama-linolênico (18:3n-6) e o estearidônico (18:4n-3), serão considerados, estritamente essenciais, uma vez que eles não serão sintetizados pelo organismo e devem ser obtidos da dieta. Assim, na perda de atividade das enzimas subsequentes (elongases e dessaturases), esta analogia deve ser considerada para todos os ácidos graxos das famílias. Desta forma, um ácido graxo poderia ser considerado estritamente essencial nas etapas da vida em que não pudesse ser sintetizado a partir do precursor fornecido na dieta. Este mesmo ácido não seria essencial naqueles indivíduos capazes de sintetizá-lo através de um precursor.

O desenvolvimento de doenças cardiovasculares é resultado de dois processos: a aterogênese e a trombogênese. A aterogênese depende, principalmente, da interação entre as lipoproteínas e o endotélio vascular, mas também envolve as plaquetas, os monócitos e fatores hemostáticos. A formação do trombo ocorre apenas quando existe lesão endotelial (COSTA, 2008).

O índice de aterogenicidade relaciona os ácidos pró e antiaterogênicos e indicam o potencial de estímulo à agregação plaquetária, ou seja, quanto menores os valores do índice de aterogenicidade, maior a quantidade de ácidos graxos antiaterogênicos presentes nas gorduras e, conseqüentemente, maior o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronárias (ARRUDA, 2010).

2.5.2 Composição química

Para que a produção, a padronização e a comercialização da carne de cordeiro se organizem, um dos fatores que deve ser considerado é o processo de crescimento desses animais, uma vez que isso influencia, de forma marcante, a composição química e física da carcaça (SANTOS-SILVA, 2002). A carne 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.

Dentre os componentes do tecido muscular, a água é o maior constituinte e seu teor é inversamente proporcional ao conteúdo de gordura. A água existente nos tecidos apresenta proporções variáveis entre 71% e 76%, sendo esse valor constante de um músculo para outro no mesmo animal e entre espécies. Considera-se que as moléculas de água se localizam em três regiões ao redor da molécula de proteína: a) a 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) a segunda camada de hidratação (água de imobilização) atenua os efeitos de orientação das moléculas que gradativamente se convertem e c) uma região de água livre, representando 5%, 10% e 85%, respectivamente (CORREIA; CORREIA, 1989; MATURANO, 2003). A água constitui o meio fluido do organismo animal, funcionando como meio de transporte de nutrientes, metabólicos, hormônios e excretas, sendo também sede de reações químicas e processos metabólicos. Por ser tão abundante, tem grande influência na qualidade da carne, como na sua suculência, textura, cor, 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 fica retida no músculo, o que interfere na maciez, suculência, aparência e coloração) e a perda de água por cozimento (determina a perda de valor nutritivo da carne) (DABÉS, 2001; PARDI et al., 1993).

A proteína é o segundo maior componente da carne, com teor variando entre 18% a 22%. Além da fração proteica do tecido muscular, há uma porção

não proteica, representando cerca de 1,5%, composta basicamente por aminoácidos livres e nucleotídeos (DNA, RNA, ADP, ATP, entre outros). Já as proteínas musculares podem ser divididas em: sarcoplasma, miofibrilares e estromáticas. As sarcoplasmáticas são proteínas solúveis, representando cerca de 30%-35% do total de proteínas, constituídas, principalmente, por enzimas e mioglobina. As miofibrilares são representadas, principalmente, por miosina e actina e, em menor proporção, pela tropomiosina, troponina, alfa-actina, beta-actina e proteínas C e M. As estromáticas (10% a 15%) são proteínas insolúveis, constituídas, principalmente, por colágeno e elastina (ZEOLA, 2002). A disponibilidade em aminoácidos essenciais das proteínas musculares e suas características favoráveis de digestibilidade lhe conferem alto valor biológico. As proteínas dos tecidos conjuntivos representam exceção, pois são constituídas, principalmente, de colágeno e pela elastina, que são mais pobres em aminoácidos essenciais e de menor digestibilidade. As proteínas, do ponto de vista fisiológico e independentemente de seu valor plástico e energético, são necessárias na formação de enzimas, hormônios e hemoglobina. Elas participam ainda, da regulação do metabolismo hídrico, da determinação do pH dos diversos tecidos e do processo de imunidade natural às infecções (PARDI et al.,1993).

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

Os lipídeos constituem o componente mais variável da carne, oscilando sua proporção conforme a espécie, a raça, o sexo, manejo, a alimentação, região anatômica, idade do animal e, até mesmo, o clima (MATURANO, 2003). Os minerais presentes na carne exercem um importante papel fisiológico em sua constituição. Essas substâncias minerais são parte integrante de um grande número de enzimas, intervindo na regulação da atividade muscular e nervosa, além de realizar um papel importante na transformação do músculo em carne (MATURANO, 2003).

A matéria mineral da carne representa, em média, 1,5% de sua composição química e está distribuída irregularmente no tecido muscular: 40% encontram-se no sarcoplasma, 20% formam parte dos componentes celulares e o restante distribui-se nos líquidos extracelulares. De forma geral, potássio, fósforo, sódio, cloro, magnésio e ferro são os principais constituintes minerais da carne. O ferro exerce papel fundamental por participar da síntese da hemoglobina, mioglobina e certas enzimas. O cálcio está presente, principalmente, nos ossos e dentes e em pequenas quantidades no músculo e outros tecidos comestíveis. Outros minerais também são encontrados em pequenas quantidades, como cobre, manganês, zinco, molibdênio, cobalto e iodo (ZEOLA, 2002).

A composição química da carne pode ser influenciada por fatores como raça, ambiente, dieta (ZEOLA et al., 2004), espécie, sexo, nutrição e peso de abate (BONAGURIO et al., 2004). Animais jovens apresentam maiores quantidades de água e menores de gordura, sendo que os teores de proteína, cinzas e água reduzem com a idade e conforme o animal engorda (BERG; BUTTERFIELD, 1976).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do experimento

O experimento foi conduzido no Setor de Ovinocultura de Corte, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, no período de dezembro de 2009 a maio de 2010.

Foram utilizados 32 cordeiros machos não castrados, da raça Santa Inês, com idade inicial média de 5 meses (média=154 dias \pm 23,5) e dois pesos vivos iniciais médios: 20 kg (média=23,05 kg \pm 1,62) e 30 kg (média=32,63 kg \pm 1,72). Durante 30 dias, todos os cordeiros foram confinados em uma única baía para avaliação de ganhos compensatórios, evitando influência do manejo pré-desmame desses animais. Posteriormente, os animais foram confinados em gaiolas individuais de 1,3 m², em galpão coberto, piso de concreto, com camas de serragem de madeira, comedouros e bebedouros individuais.

O período experimental teve duração de 84 dias e foi precedido de um período de adaptação de 21 dias, no qual os cordeiros receberam a mesma dieta do período experimental. No início do período de adaptação os animais foram tratados quanto a verminose e pesados semanalmente até o fim do experimento, quando foram pesados antes e após jejum de alimentos sólidos por 16 horas. A discussão dos resultados considera os pesos de abate de 45 kg (média=44,10kg \pm 3,53) e de 55 kg (média=55,08kg \pm 4,04), correspondentes aos pesos iniciais de confinamento de 20 e 30 kg, respectivamente. Visto que não houve variação para o ganho de peso diário entre cada grupo de peso.

Os cordeiros confinados, individualmente, foram distribuídos em oito tratamentos, de acordo com a dieta experimental e com o peso vivo inicial, sendo quatro animais por dieta em cada peso, totalizando oito cordeiros por dieta, sendo quatro do peso vivo médio de 20 kg, e quatro de 30 kg.

As dietas totais foram formuladas para serem isonitrogenadas e isoenergéticas, com 14,5% proteína bruta e 2,5 Mcal/kg de energia metabolizável, para atender as exigências nutricionais de acordo com o National Research Council - NRC (2007), para cordeiros com ganhos médios de 200 g/dia (Tabela 7).

As amostras da dieta total foram coletadas todas as vezes que uma nova quantidade de concentrado era preparado. Estas amostras originaram uma amostra composta que, após sofrerem pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas, foram moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm para determinação da composição bromatológica. As análises bromatológicas foram realizadas segundo Silva e Queiroz (2002).

Tabela 6 Composição média de ingredientes e bromatológica (% na matéria seca) das dietas experimentais: controle (C), com vitamina E (VitE), com gordura protegida (GP), com vitamina E e gordura protegida (VitEGP)

Ingrediente (%)	Dieta experimental			
	Controle	VitE	GP	VitEGP
Feno	40,0	40,0	40,0	40,0
Milho	41,0	40,95	35,0	34,95
Farelo de Soja	17,0	17,0	19,0	19,0
Vitamina E (D- α -tocoferol) ¹	-	0,05	-	0,05
Gordura Protegida	-	-	4,0	4,0
Premix vitamínico/mineral	1,0	1,0	1,0	1,0
Calcário Calcítico	1,0	1,0	1,0	1,0
TOTAL	100	100	100	100
<i>Nutriente (%)</i>				
Matéria seca (MS)	95,9	95,6	95,6	95,4
Matéria orgânica (MO)	90,4	90,3	88,5	89,2
Proteína bruta (PB)	14,85	14,80	15,24	15,21
Fibra em detergente neutro (FDN)	40,38	40,36	39,76	39,75
Carboidratos não fibrosos ² (CNF)	36,82	37,02	32,44	33,24
Extrato Etéreo (EE)	2,53	2,51	5,66	5,62
Cinza	5,5	5,3	7,0	6,2

¹ 500 mg/dia; ²Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados através da fórmula: %CNF=100 - (%PB + %EE + %FDN + %CINZA)

A dieta foi oferecida *ad libitum*, duas vezes ao dia, em porções iguais de manhã e à tarde, prevendo-se uma sobra de 20%, pesando-se diariamente a quantidade fornecida e as sobras. Além das amostras da dieta fornecida, foram feitas amostras compostas das sobras diárias.

3.2 Coleta de amostras e análises

Ao término do período de confinamento, e antes do abate, os animais foram submetidos a um jejum de 14 horas, sendo pesados antes e após o jejum. Após o jejum, o abate foi feito com atordoamento por concussão cerebral e corte das veias jugulares e artérias carótidas.

Posteriormente à evisceração e retirada dos componentes corporais não integrantes da carcaça, foram tomados os pesos das carcaças quentes. As carcaças foram embaladas e mantidas em temperatura ambiente por seis horas, para diminuir a taxa de queda de temperatura evitando o encolhimento pelo frio. Após esse tempo, as carcaças foram refrigeradas entre 2 e 4°C por 24 horas em câmara frigorífica.

Para determinação do perfil de ácidos graxos foram extraídas do músculo *Longísimus dorsi* (isentos de gorduras aparentes e tecidos conjuntivos) retiradas dos cortes da meia carcaça esquerda, embaladas em papel alumínio e congeladas a -20° C por 3 meses. As etapas de extração, metilação e leitura para determinação do perfil de ácidos graxos foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP).

A extração foi feita, de acordo com a metodologia de Hara e Radin (1987) e a metilação de acordo com a metodologia de Christie (1982). As amostras transmetiladas foram analisadas em cromatógrafo gasoso, modelo Focus CG – Finnigan, com detector de ionização de chama, coluna capilar CP-

Sil 88 (varian), com 100m de comprimento por 0,25 μm de diâmetro interno e 0,20 μm de espessura do filme.

Foram analisadas as percentagens dos ácidos graxos na fração lipídica do músculo *LD* após a extração de todos lipídeos que fazem parte do músculo (gordura intramuscular, fosfolipídios e vitaminas lipossolúveis).

As atividades das enzimas $\Delta 9$ dessaturases e elongases foram determinadas conforme descrito por Malau-Aduli et al. (1997), por meio de índices matemáticos. O índice de aterogenicidade foi calculado, de acordo com Ulbricht e Southgate (1991), como indicador para o risco de doenças cardiovasculares. Os cálculos foram realizados da seguinte maneira:

$$\Delta 9 \text{ dessaturase } 16: 100 [(C16:1cis9)/(C16:1cis9 + C16:0)]$$

$$\Delta 9 \text{ dessaturase } 18: 100 [(C18:1cis9)/(C18:1cis9 + C18:0)]$$

$$\text{Elongase: } 100 [(C18:0 + C18:1cis9)/(C16:0 + C16:1cis9 + C18:0 + C18:1cis9)]$$

$$\text{Aterogenicidade: } [C12:0 + 4(14:0) + C16:0]/\Sigma\text{AGS} + \Sigma\text{AGP}$$

Determinação da composição química: a composição química foi realizada no músculo *LD* após moagem das amostras, para se obter um material homogêneo. A determinação da umidade foi realizada através de liofilização da amostra. O teor de cinzas foi obtido da queima a 600°C por 16 horas. A proteína bruta através do método de macro Kdejal. O teor de extrato etéreo total foi feito de acordo com a Association of Analytical Chemists - AOAC (1984).

Para a determinação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBAR), amostras de 30 g do *LD* congeladas por 311 dias a -20° C foram coletadas, identificadas e colocadas em embalagem permeável ao oxigênio, segundo Gomes et al. (2003). Foram utilizadas amostras nos tempos: 0 (amostra congelada em freezer) e 3 (amostras armazenadas por 3 dias em B.O.D. a 2° C).

Uma amostra de 10 g de carne foi previamente triturada em multiprocessador, adicionados 0,2 mL de antioxidante BHT (0,03%) e 50 mL de água destilada. As amostras foram novamente trituradas e homogeneizadas por 1 minuto. Após a homogeneização, as amostras foram transferidas para um balão de 250 mL de capacidade, contendo pedaços de porcelana, no qual foram adicionados 50 mL de solução de HCl 4 M. Posteriormente, as amostras foram destiladas em manta aquecedora a 100°C, até a coleta de 50 mL de destilado. Foram transferidos 5 mL do destilado para um tubo de ensaio e adicionados 5 mL de solução 0,02 M de TBA (ácido tio-barbitúrico). Os tubos de ensaio ficaram em banho-maria com água em ponto de ebulição por 35 minutos e em seguida, foram resfriados em água corrente. Por fim fez-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 530 nm. O valor de TBARS, expresso em mg de malonaldeído/kg de carne foi obtido multiplicando-se a absorbância obtida por 7,8.

3.3 Análise estatística

O delineamento usado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2 x 2, sendo dois pesos vivos médios de abate (45 e 55 kg); ausência ou presença de gordura protegida (GP) (0 e 4% na dieta total); e ausência ou presença de vitamina E (0 e 0,05% DL α tocoferil acetato na dieta total).

Os dados de perfil de ácidos graxos, índice de aterogenicidade, atividades enzimáticas e composição química, foram analisados no programa SAS (2004) pelo procedimento GLM para análise de variância. Foi considerado o efeito dos fatores peso e gordura comprimidos em um só tratamento (indentificado neste trabalho como peso|gordura), em arranjo fatorial 4 x 2 (4 peso|gordura sendo dois pesos e dois níveis de gordura; e 2 níveis de vitamina). As médias foram testadas através do teste F em não havendo interação

significativa, do contrário, pelo teste Tukey ajustado. No modelo incluiu-se o efeito do peso|gordura, da vitamina E, da interação entre os fatores e do erro.

Os dados de oxidação lipídica foram analisados no programa SAS (2004) pelo procedimento MIXED considerando o tempo de estocagem da carne como medida repetida do animal para a análise de variância. Foi considerado o efeito dos fatores peso e gordura comprimido em um só tratamento (peso|gordura), em arranjo fatorial 4x2x2 com vitamina e tempo (4 combinações entre 2 pesos e 2 níveis de gordura, 2 níveis de vitamina e 2 tempos de estocagem). Esse arranjo fatorial foi proposto para considerar arranjo fatorial com três fatores, caso contrário, o arranjo seria com quatro fatores, o que comprometeria as interpretações das interações. As médias foram testadas através do teste F em não havendo interação significativa, do contrário, pelo teste Tukeyt ajustado. No modelo incluiu-se o efeito do tempo, da vitamina E, do tratamento (efeito conjunto do peso de abate e da presença de gordura protegida), erro na parcela como sendo o efeito do animal aninhado na interação vitamina E com tratamento das interações duplas (n=36), do animal (medida repetida do mesmo animal), do erro da subparcela como sendo o efeito do tempo aninhado nas interações tempo com vitamina E e tempo com tratamento das interações duplas e da interação tripla associada a cada amostra (n=72).

Foi considerado como diferença significativa os resultados com $P < 0,05$ e discutido como tendência os resultados com $P < 0,10$ e $P > 0,05$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados médios de desempenho, consumo e parâmetros físicos da carne estão apresentados nesse trabalho com a finalidade de auxiliar no entendimento dos resultados. No entanto não serão discutidos por não serem foco do mesmo. O ganho de peso diário (GPD) não foi influenciado com a adição de gordura protegida, vitamina E e dos pesos iniciais de confinamento (20 e 30 kg), mantendo a diferença de 10 kg para os pesos de abate 45 kg (média=44,10kg \pm 3,53) e de 55 kg (média=55,08kg \pm 4,04). O consumo de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas modificou com inclusão de gordura protegida na dieta, sendo que apenas o consumo de extrato etéreo aumentou (Tabela 7).

Tabela 7 Efeito do peso de abate, da inclusão de gordura protegida e de vitamina E sobre os parâmetros de desempenho e de consumo de nutrientes

Variável	Media	P			G			V		
		45 kg	55 kg	Pr>F	Sem	Com	Pr>F	Sem	Com	Pr>F
GPD	0,259	0,27	0,25	0,2484	0,26	0,26	0,9038	0,26	0,26	0,7440
C MS	1,190	1,19	1,23	0,5885	1,31	1,11	0,0124	1,20	1,22	0,7660
C PB	0,200	0,20	0,20	0,7555	0,21	0,19	0,0434	0,20	0,20	0,5808
C EE	0,050	0,05	0,05	0,6858	0,03	0,07	<0,0001	0,05	0,05	0,2349
C Cinzas	0,070	0,07	0,08	0,2276	0,08	0,07	0,0232	0,08	0,07	0,6456

P= peso de abate; G= gordura protegida; V= vitamina E; PF = peso final (kg); GPD = ganho de peso diário (kg/dia); CMS = consumo de matéria seca (kg); CPB = consumo de proteína bruta (kg); CEE = consumo de extrato etéreo (kg); CCinzas = consumo de cinzas (kg); Pr>F = probabilidade de F.

Os parâmetros físicos de qualidade de carne do *Longissimus dorsi* não foram significativos ($p > 0,05$) para nenhuma das variáveis avaliadas (Tabela 8). A quantidade de vitamina E suplementada pode não ter sido suficiente para afetar a coloração, ou pelo fato dessas análises terem sido feitas apenas após o descongelamento, e não em tempos diferentes. Por isso não houve como ocorrer ação da vitamina E, evitando a peroxidação ao longo do tempo. Os mesmos resultados para vitamina E foram encontrados por Borys, Borys e Gasior (2004), que avaliando ovinos alimentados com duas fontes de óleo (canola e linhaça) e suplementados com 244 mg/Kg de ração, não encontraram efeito da vitamina E nos parâmetros de cor do músculo *LD*.

Tabela 8 Probabilidades e valores médios dos parâmetros físicos de qualidade da carne do *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês em função do peso de abate (P), da inclusão de gordura protegida (G) e vitamina E (V), e suas interações

Variável	Media	Pr > F							
		P	G	V	PxG	PxV	GxV	PxGxV	CV
L*	39,014	0,595	0,967	0,993	0,120	0,104	0,339	0,614	4,69
a*	12,035	0,839	0,460	0,143	0,662	0,151	0,077	0,933	9,94
b*	7,294	0,322	0,783	0,810	0,325	0,140	0,540	0,127	10,83
PPC (%)	18,90	0,484	0,590	0,238	0,693	0,875	0,778	0,075	29,95
FC (Kg)	2,857	0,562	0,990	0,961	0,638	0,456	0,685	0,143	36,43

PxG= interação peso de abate x inclusão de gordura protegida; PxV= interação peso de abate x inclusão de vitamina E; G x V = interação gordura protegida x vitamina E; P x G x V = interação tripla; CV = coeficiente de variação; PPC = perda por cozimento; FC = força de cisalhamento; L*=indicativo de luminosidade; a*e b*=coordenadas de cromaticidade.

De acordo com os dados, a carne dos animais desse experimento, podem ser consideradas de cor vermelho-brilhante, que é atrativa ao consumidor. Neste trabalho, as médias obtidas para b* estão bem acima do esperado e assemelham-se às reportadas por Bressan et al. (2001). Madruga et al. (2005), encontraram valores semelhantes ao deste trabalho para L*, a* e maiores médias para b* (9,04 a 10,16). Já Zapata et al. (2000) encontraram valores semelhantes para L*,

valores maiores para a* (14,86 a 15,54) e menores para b* (0,83 a 1,37) no *Longissimus dorsi* de cordeiros.

Pelo fato de se tratarem de animais em crescimento (mesmo os pertencentes ao grupo mais pesado), não houve tempo para ocorrer deposição de gordura intramuscular (marmoreio) diferenciada, já que a gordura existente na carne é derretida por ação do calor, que é registrada também como perda no cozimento, isso provavelmente explica a falta de diferenças entre os tratamentos para perda de peso por cozimento.

Bressan et al. (2001), avaliando cordeiros Santa Inês e Bergamácia abatidos com diferentes pesos (15, 25, 35 e 45 kg), também não encontraram efeitos significativos na perda por cozimento para o *Longissimus dorsi*, porém suas médias (27,2 a 33,1%) são superiores às apresentadas neste trabalho. Zapata et al. (2000) obtiveram médias semelhantes de perda por cozimento quando comparado a este trabalho.

A similaridade dos resultados de força de cisalhamento entre os grupos de peso ao abate neste trabalho, pode se dever ao fato de que os cordeiros utilizados nesse experimento são animais jovens, com idade média de 8 meses, e segundo Young e Braggins (1993), apesar da solubilidade do colágeno declinar com a idade, sua concentração permanece inalterada dos 4 meses aos 5 cinco anos de idade. A maciez da carne aumenta até atingir a maturidade, diminuindo com o envelhecimento do animal. Em ovinos, segundo Osório et al. (1998), a maciez aumenta de 1 a 5 meses de idade do animal decaindo depois deste período.

Bickerstaffe, Le Couteur e Morton (1997) estabelecem que a carne é considerada como macia com valores de força de cisalhamento até 8 kgf/cm², aceitável de 8 a 11 kgf/cm² e dura acima de 11 kgf/cm². Segundo este critério, a carne estudada neste experimento se enquadra como extremamente macia. Nesta pesquisa os grupos de peso ao abate não apresentaram diferença quanto à força

de cisalhamento, entretanto Purchas, O'Brien e Pendleton (1979) mostram que a maciez da carne de cordeiros diminui com o aumento do peso ao abate, porém relataram que essa diferença foi irrelevante para alterar a qualidade final da carne.

4.1 Composição química da carne

Os efeitos estudados no presente trabalho não influenciaram a composição química do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros (Tabela 9). Ferrão (2006), analisando a composição centesimal dos músculos *Longissimus lumborum* e *Semimembranosus* de cordeiros alimentados com dietas com diferentes proporções de concentrado e volumoso, observou que no músculo *Longissimus lumborum* não foi observada influência das dietas, mas no músculo *Semimembranosus* as dietas demonstraram efeito sobre o teor de lipídeos totais, onde a dieta com 100% de concentrado propiciou maior teor.

Tabela 9 Probabilidades e valores médios da composição química do *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês em função do peso/gordura (peso de abate agrupado com gordura protegida), da vitamina E e a interação

Variável (%)	Média	Vitamina E	peso gordura	V x peso gordura	CV (%)
Umidade	71,8031	0,5098	0,0931	0,5380	2,29
Cinzas	1,4098	0,1026	0,4636	0,3817	7,44
Proteína bruta	23,5815	0,5550	0,0982	0,7930	4,35
Extrato etéreo	4,5466	0,9303	0,1977	0,8123	33,46

CV=Coefficiente de Variação; V=Vitamina E.

Nesse estudo foram encontrados valores médios de 71,80 % de umidade, 23,58% de proteína bruta, 4,54% de extrato etéreo e 1,41 % de cinzas, valores expressos em relação à matéria natural da carne de cordeiros. A gordura protegida e a vitamina E nas condições desse experimento, e os pesos de abate

de 45 e 55 kg não alteraram a quantidade de lipídeos da carne (extrato etéreo), provavelmente em função dos cordeiros estarem em fase de crescimento e conseqüentemente fase de menos deposição de gordura na carcaça, considerando peso vivo adulto de 100 kg para um carneiro Santa Inês (ARCO, 2011). Porém, como será visto, os fatores estudados alteraram o perfil de ácidos graxos dessa gordura. A composição química da carne dos cordeiros desse estudo foi semelhante a encontrada pelos autores citados abaixo, exceto para a proteína bruta, que nesse estudo obteve valores mais elevados.

Segundo Zeola (2002), estudando animais criados em sistema de confinamento, a composição química da carne de cordeiros apresenta valores médios de 75,0 % de umidade, 19,0 % de proteína, 4,0 % de gordura, 1,1% de matéria mineral, menos que 1,0 % de carboidratos e vitaminas em quantidades traço. França (2006), estudando o músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros Santa Inês, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de energia metabolizável (8,67%, 17,34%, 26,01% e 34, 68%) proveniente de forragem, observou que os animais que receberam a dieta com 17,34% apresentaram as maiores proporções de água, proteína, extrato etéreo e minerais, com médias de 70,37, 21,15, 6,44, e 1,05%, respectivamente.

Bonagurio (2001), trabalhando com animais Santa Inês puros e cruzados com Texel alimentados com dietas contendo 80% de concentrado e 20% de volumoso e abatidos em diferentes pesos (15, 25, 35 e 45 Kg), observou que o teor de lipídeos elevou com o aumento do peso de abate e maiores porcentagens de gordura foram observadas nos animais Santa Inês puros. Os animais abatidos aos 45 kg, mesmo peso do presente estudo, apresentaram resultados para extrato etéreo superiores, com valores médios de 9,46% para animais Santa Inês e 10,03% para os cruzados. Nesse estudo, os cordeiros abatidos com 45 kg apresentaram valor médio de extrato etéreo de 5,03%, uma explicação para os menores valores de extrato etéreo pode ser devido a idade, visto que não apenas

o peso vivo influencia a deposição de gordura na carcaça mas também a idade fisiológica do animal.

4.2 Teores dos ácidos graxos da fração lipídica do músculo *Longissimus dorsi*

Os somatórios dos ácidos graxos saturados, insaturados, monoinsaturados e dos poli-insaturados e as relações entre eles foram influenciados pelo peso/gordura (efeito do peso de abate associado ao fornecimento de gordura protegida). A inclusão de vitamina E na dieta não apresentou efeito sobre nenhum desses somatórios e relações avaliados (Tabela 10).

Tabela 10 Probabilidades e valores médios dos somatórios e relações dos ácidos graxos saturados (AGS), insaturados (AGI), monoinsaturados (AGMI) e dos poli-insaturados (AGPI) da fração lipídica do *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês em função do peso/gordura (peso de abate agrupado com gordura protegida), da vitamina E e a interação

Variável	Média	Vitamina E	peso/gordura	V x tr	CV (%)
Σ saturado	45,8571	0,7357	0,0305	0,7384	5,10
Σ insaturado	52,2090	0,7282	0,0957	0,7045	4,49
Σ monoinsaturado	46,1513	0,3498	0,0497	0,9675	6,20
Σ poli-insaturado	6,0577	0,1493	0,0055	0,2190	21,12
Σ AGI/ Σ AGS	1,1445	0,7460	0,0522	0,7493	9,27
Σ AGPI/ Σ AGS	0,1321	0,1588	0,0061	0,1302	20,77
Σ AGMI/ Σ AGS	1,0125	0,4976	0,0325	0,9668	10,71
Σ AGPI/ Σ AGMI	0,1332	0,1497	0,0102	0,3401	25,17

CV=Coefficiente de Variação; V=Vitamina E.

Além das modificações no teor de gordura dos depósitos adiposos, a medida que os animais atingem a maturidade, a proporção de ácidos graxos

insaturados na fração lipídica do músculo e subcutânea aumentam (HECKER et al., 1975). Ocorre também um aumento da proporção de ácidos graxos monoinsaturados e uma diminuição da proporção de ácidos graxos saturados, principalmente devido a um aumento de C18:1, que aumenta a relação C18:1/C18:0.

Ao contrário dos ácidos graxos saturados, tem sido amplamente demonstrado que os ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa participam de vários processos metabólicos benéficos à saúde humana (COOK et al., 2001; VARELA et al., 2004) e que as gorduras da carne de animais ruminantes são fontes naturais de alguns desses ácidos graxos, como os isômeros de CLA, em particular o *cis*-9, *trans*-11 (FRENCH; STANTON; LAWLESS, 2000). Porém, alguns cientistas referem que os ácidos graxos insaturados poderão estar associados a um aumento da arteriosclerose, independente do seu efeito hipocolesterolêmico (COSTA, 2008). A hipótese de que a predisposição à aterosclerose se deve à susceptibilidade oxidativa das LDL tem sido reportada (STEINBERG et al., 1989; ZOCK; KATAN, 1998). Neste contexto, o enriquecimento das LDL com AGPI, se não acompanhada da ingestão adequada de antioxidantes como a vitamina E, pode eventualmente ser prejudicial, uma vez que aumenta a susceptibilidade das LDL à oxidação (GRUNDY, 1994; REAVEN, 1993; YOUNG; MCENENY, 2001).

Desdobrando a interação entre peso de abate x gordura protegida, observou-se que as diferenças nos teores de todos os somatórios dos ácidos graxos e suas relações, representados na Tabela 11, foram observadas apenas nos animais abatidos com 55 kg que consumiram gordura protegida (Tabelas 12 e 13), o que evidencia que o metabolismo da gordura protegida pode ser dependente do peso vivo do animal.

Tabela 11 Valores médios dos somatórios (Σ) dos ácidos graxos saturados, insaturados, monoinsaturados e poli-insaturados da fração lipídica do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros em função da interação gordura protegida x peso de abate

Peso de abate	Gordura protegida		Pr > t ²
	Sem	Com	
	Σ saturado		
45 kg	45,5456	47,6489	0,3119
55 kg	45,7823	43,8214	0,3712
Pr > t ¹	0,9971	0,0179	
	Σ insaturado		
45 kg	52,8841	50,5539	0,2320
55 kg	52,4448	53,4800	0,8205
Pr > t ¹	0,9824	0,0930	
	Σ monoinsaturado		
45 kg	46,1309	44,7190	0,7673
55 kg	45,4278	48,8847	0,1091
Pr > t ¹	0,9621	0,0399	
	Σ poli-insaturado		
45 kg	6,7532	5,8348	0,5042
55 kg	7,0170	4,5953	0,0054
Pr > t ¹	0,9769	0,2521	

Pr > t¹=efeito do peso de abate; Pr > t²=efeito da gordura protegida.

A medida que os animais crescem, as enzimas responsáveis pela desaturação dos ácidos graxos tornam-se mais ativas (COSTA, 2008). Nos ovinos, pelo contrário, o teor em ácidos graxos saturados aumenta enquanto o teor em ácidos graxos poli-insaturados diminui à medida que o animal atinge a maturidade (NURNBERG et al., 1999). No presente estudo, o teor do somatório dos ácidos graxos saturados foi menor para os cordeiros abatidos com 55 kg, quando comparados com o peso de abate de 45 kg, porém esse resultado foi observado apenas quando a gordura protegida foi utilizada na dieta (Tabela 11), resultado contrário ao relatado por Nurnberg et al. (1999). Provavelmente, esse resultado foi devido ao fornecimento de fonte de gordura na dieta, composta em grande parte de ácidos graxos insaturados, e sendo parte protegidos da degradação ruminal, o que deve permitir uma absorção maior. Os quais foram depositados em maiores proporções nos tecidos. O fato da diferença ocorrer

apenas nos animais de 55 kg deve ser em função da maior quantidade de gordura insaturada neste músculo, apesar de não ocorrer diferenças estatísticas no conteúdo de extrato etéreo (4,56 e 4,53% respectivamente para os pesos de abate de 45 e 55 kg).

Em consequência da elevação dos teores dos ácidos graxos insaturados e monoinsaturados, observou-se uma redução dos teores dos ácidos graxos saturados nos animais que consumiram gordura protegida e foram abatidos com 55 kg, quando comparado aos animais abatidos com 45 kg. Portanto, animais abatidos mais pesados apresentaram menores teores de ácidos graxos saturados e maiores dos ácidos graxos insaturados e monoinsaturados. Os ácidos graxos poli-insaturados não foram influenciados pelo peso de abate, porém nos animais abatidos com 55 kg, a gordura protegida teve efeito em reduzir os teores dos ácidos graxos poli-insaturados na fração lipídica do *Longissimus dorsi* de cordeiros (Tabela 11).

De acordo com Di Marco, Barcellos e Costa (2007), na gordura subcutânea de ruminantes prevalece os ácidos graxos monoinsaturados (54,1%), enquanto que na gordura intermuscular e intramuscular o predomínio é de ácido graxo saturado (57,1 e 53,5%, respectivamente). No presente estudo os teores dos ácidos graxos saturados da fração lipídica do *Longissimus dorsi* teve média geral de 45,86 % (Tabela 10), considerando que os resultados citados acima referem-se a gordura intramuscular como sendo todos os lipídeos presentes no músculo, os resultados do presente estudo foram diferentes. Sendo que o predomínio na fração lipídica do *Longissimus dorsi* foi dos ácidos graxos insaturados (52,21%) e 46,15% de ácidos graxos monoinsaturados.

Nesse estudo observou-se que a relação AGI/AGS e a relação AGMI/AGS tiveram melhores valores para cordeiros abatidos com 55 kg, que ingeriram gordura protegida (Tabela 12). Esses resultados estão coerentes, pois como discutido anteriormente, animais abatidos com 55 kg e que ingeriram

gordura protegida diminuíram os teores dos ácidos graxos saturados e aumentaram os ácidos graxos insaturados e ácidos graxos monoinsaturados, logo esperava-se resultado semelhante para essas relações. Como a gordura protegida é uma fonte de ácidos graxos insaturados, e parte desses ácidos graxos são protegidos da degradação ruminal, o que pode ter acontecido é que esses ácidos graxos insaturados e monoinsaturados passaram ilesos pelo rúmen e foram depositados na fração lipídica do músculo *Longissimus dorsi*. Quanto ao peso, há evidências que a medida que os animais estão mais pesados, há maior quantidade de ácidos graxos insaturados depositados na fração lipídica do músculo, desde que haja uma fonte dietética desses ácidos graxos. E que animais mais leves, mesmo tendo uma fonte dietética de ácidos graxos insaturados, provavelmente utilizam esses ácidos graxos para outros fins e por isso não são depositados na fração lipídica do músculo.

Tabela 12 Valores médios das relações dos ácidos graxos saturados (AGS), insaturados (AGI), monoinsaturados (AGMI) e poli-insaturados (AGPI) da fração lipídica do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros em função da interação gordura protegida x peso de abate

Peso de abate	Gordura protegida		Pr > t ²
	Sem	Com	
	Σ AGI/ Σ AGS		
45 kg	1,1639	1,0668	0,2976
55 kg	1,1495	1,2244	0,5189
Pr > t ¹	0,9932	0,0351	
	Σ AGPI/ Σ AGS		
45 kg	0,1491	0,1219	0,2364
55 kg	0,1532	0,1049	0,0100
Pr > t ¹	0,9906	0,6181	
	Σ AGMI/ Σ AGS		
45 kg	1,0148	0,9448	0,5901
55 kg	0,9963	1,1194	0,1424
Pr > t ¹	0,9866	0,0202	
	Σ AGPI/ Σ AGMI		
45 kg	0,1472	0,1328	0,8336
55 kg	0,1555	0,0949	0,0080
Pr > t ¹	0,9604	0,1440	

Pr > t¹=efeito do peso de abate; Pr > t²=efeito da gordura protegida.

As relações ou proporções entre ácidos graxos têm sido estudadas de forma a avaliar e identificar o fator de risco dos alimentos em relação ao aumento do nível de colesterol sanguíneo em humanos. O efeito biológico dos ácidos graxos essenciais depende da razão entre AGPI/AGS, AGPI/AGMI e da razão entre os AGMI/AGS (MARQUES et al., 2007). A relação ácidos graxos insaturados / ácidos graxos saturados é um indicativo da qualidade dessa gordura, sendo desejável valores maiores. A relação inversa também é um indicativo da qualidade da gordura, porém o desejável são valores menores. No presente estudo observou-se que a gordura de melhor qualidade foi dos cordeiros que ingeriram gordura protegida e foram abatidos aos 55 kg.

A gordura protegida teve efeito em piorar a relação AGPI/AGS e AGPI/AGMI nos animais abatidos com 55 kg (Tabela 12). Esses resultados também estão coerentes aos observados, pois quando analisou-se os somatórios dos ácidos graxos poli-insaturados, foi observado o efeito da gordura protegida em reduzir os teores desses ácidos graxos o que, conseqüentemente, fez com que reduzisse as relações AGPI/AGS e AGPI/AGMI.

Segundo Cooper et al. (2004), a carne ovina é caracterizada pela alta concentração de ácidos graxos saturados e pela baixa relação poli-insaturados:saturados. Os dados desse estudo estão de acordo quanto à relação AGPI/AGS, porém a maior concentração na fração lipídica do músculo foi de ácidos graxos insaturados, sendo que 46,15% correspondem aos ácidos graxos monoinsaturados. Portanto, a predominância foi dos ácidos graxos monoinsaturados, visto que a concentração destes foi maior do que os AGS. Resultado contrário do que é divulgado sobre a carne ovina, evidenciando que a carne ovina desse experimento apresentou qualidade superior em relação ao perfil de ácidos graxos, provavelmente pelo fato dos cordeiros serem novos (idade média de 5 meses), ou pelo fator genético (raça).

Arruda (2010) avaliando o perfil de ácidos graxos na fração lipídica do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês, encontrou que o total de ácidos graxos monoinsaturados não foi influenciado pelos níveis energéticos das rações, apresentado valor numérico médio de 42,32%. Nesse estudo os níveis energéticos também não influenciaram as concentrações dos ácidos graxos monoinsaturados, mas a média geral dos ácidos graxos monoinsaturados foi superior a relatada por Arruda (2010).

Os resultados referentes à concentração dos ácidos graxos láurico (C12:0), mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e do somatório dos três estão representados na Tabela 13. Observou-se efeito do peso|gordura (peso de abate agrupado com gordura protegida), na concentração da fração lipídica do músculo dos ácidos graxos láurico e palmítico. E o somatório dos três ácidos graxos apresentou tendência a ser influenciados pela inclusão de vitamina E na dieta dos cordeiros.

Tabela 13 Probabilidades e valores médios dos ácidos graxos C12:0, C14:0, C16:0 e o somatório desses ácidos graxos na fração lipídica do *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês em função do peso|gordura (peso de abate agrupado com gordura protegida), da vitamina E e a interação

Variável	Média	Vitamina E	peso gordura	V x tr	CV (%)
C12:0 (Láurico)	0,1165	0,9761	0,0463	0,3133	38,21
C14:0 (Mirístico)	2,2098	0,2869	0,1609	0,2749	14,15
C16:0 (Palmítico)	23,1976	0,3957	0,0150	0,6874	5,74
Σ 12;14 e 16	25,5239	0,0801	0,2676	0,5275	6,34

CV=Coefficiente de Variação; V=Vitamina E.

Na Tabela 14 estão representados os resultados do desdobramento da interação peso de abate x gordura protegida para os ácidos graxos C12:0 e C16:0. O peso de abate de 55 kg proporcionou uma elevação dos teores do C12:0, porém esse efeito do peso de abate foi observado apenas nos animais que

não consumiram gordura protegida. O que, provavelmente, ocorreu foi a menor absorção proporcionalmente de gorduras insaturadas comparados àqueles que receberam gordura protegida na dieta, visto que a gordura protegida é fonte de ácidos graxos insaturados e que parte são protegidas da degradação ruminal.

Tabela 14 Valores médios dos ácidos graxos C12:0 e C16:0 da fração lipídica do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros em função da interação gordura protegida x peso de abate

Peso de abate	Gordura protegida		Pr > t ²
	Sem	Com	
	C12:0		
45 kg	0,0742	0,1195	0,2147
55 kg	0,1367	0,1354	0,9999
Pr > t ¹	0,0497	0,8960	
	C16:0		
45 kg	24,0596	22,4848	0,1197
55 kg	22,4869	24,3180	0,0558
Pr > t ¹	0,1204	0,0555	

Pr > t¹=efeito do peso de abate; Pr > t²=efeito da gordura protegida.

O ácido graxo palmítico corresponde quase a 30% dos ácidos graxos da carne de ruminantes, sendo responsável por grande parte do efeito da elevação do colesterol plasmático, que o consumo desta carne representa, com risco acrescido para o desenvolvimento das doenças cardiovasculares (NICOLOSI et al., 1998). Nesse estudo os valores para o ácido graxo C16:0 apresentou média geral de 23,20 % de todos os ácidos graxos da fração lipídica do músculo, valor inferior aos 30% relatado por Nicolosi et al. (1998).

O uso de gordura protegida nos cordeiros abatidos com 55 kg, teve efeito em elevar o teor do ácido graxo C16:0. E que quando os cordeiros consumiram gordura protegida, o peso de abate de 45 kg foi melhor em relação a diminuir as concentrações do ácido palmítico. Quanto a influência da gordura protegida em ter elevado os teores do ácido graxo C16:0, pode ser explicado pelo fato de que a gordura protegida de lipídeos da soja apresentam em média

17,5% de ácido palmítico (STAPLES, 2009), evidenciando que parte dessa gordura saiu ilesa do rúmen. A influencia que o peso de abate maior teve em elevar os teores desses dois ácidos graxos saturados, esta de acordo com Numberg et al. (1999), que relata que em ovinos o teor em ácidos graxos saturados aumenta à medida que o animal atinge a maturidade (NURNBERG et al., 1999). Porém, esse efeito foi observado apenas para esses dois ácidos graxos saturados, pois como discutido anteriormente, o somatório de todos os AGS foi menor nos cordeiros abatidos mais pesados.

Segundo Arruda (2010), avaliando quatro níveis de energia na dieta de cordeiros Santa Inês, os ácidos palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) contribuíram mais intensamente nos valores totais de ácidos graxos saturados (40,6%), o que está de acordo com os relatos de Ferrão et al. (2009) ao avaliarem diferentes relações entre volumoso:concentrado (100:0, 75:25 e 50:50). Nesse estudo foi encontrado valor médio desses dois ácidos graxos bem próximo aos relatados acima (39,52%).

A vitamina E apresentou tendência ($P < 0,08$) em elevar os teores do somatório dos três ácidos graxos com maior poder hipercolesterolêmicos. Sendo que a inclusão da vitamina E elevou os teores de 24,93% para 26,05%. Esse resultado não era esperado, visto que a vitamina E é um antioxidante natural e evita a oxidação lipídica, principalmente, dos ácidos graxos insaturados, portanto proporcionalmente ela diminuiria os teores dos ácidos graxos saturados e aumentaria dos insaturados por mantê-los na gordura, o que pode ter acontecido é a substituição por outros ácidos graxos saturados.

A LDL (Lipoproteína de Baixa Densidade) é responsável pelo transporte de colesterol do fígado até as células, com tendência a depositar o colesterol na parede das artérias e aumentar a incidência de doenças coronarianas (COSTA, 2008). Considera-se nesta situação, o efeito hipercolesterolêmico dos ácidos graxos saturados: láurico, mirístico e palmítico, por diminuírem a atividade dos

receptores hepáticos da LDL (GIVENS, 2005), aumentando sua concentração no plasma. Diante disso, os cordeiros abatidos com 55 kg apresentaram uma carne de pior qualidade, pois os teores dos ácidos graxos láurico e palmítico foram maiores nos animais abatidos nesse peso.

Avaliando o efeito de diferentes fontes de lipídeos sobre o perfil de ácidos graxos no músculo e na gordura de cobertura em novilhos bubalinos, Oliveira et al. (2008) observaram que o fornecimento de óleo de soja resultou em menores concentrações de ácidos graxos saturados, principalmente, os ácidos mirístico e palmítico no músculo e na gordura de cobertura. Nesse estudo não foi observado influência dos fatores avaliados sobre as concentrações do ácido mirístico, porém a gordura protegida oriunda de ácidos graxos da soja, apresentou efeito em aumentar o ácido palmítico.

Muitos são os ácidos graxos mono e poli-insaturados presentes na carne ovina, porém os que contêm 18 carbonos em sua estrutura são os que parecem ser os mais benéficos à saúde humana. Com base nessa informação realizou-se o somatório dos ácidos graxos C18:1, 18:2 e 18:3 e o somatório de cada um separadamente para se avaliar a influência dos fatores testados no presente trabalho na carne dos cordeiros (Tabela 15). Os \sum 18:1,18:2,18:3, \sum 18:1 e \sum 18:2 na FLM foram influenciados pela interação peso x gordura e o \sum 18:3 não foi influenciado por nenhum dos fatores avaliados.

Tabela 15 Probabilidades e valores médios dos somatórios dos ácidos graxos C18:1, C18:2, C18:3 e o somatório dos três da fração lipídica do *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês em função do peso/gordura (peso de abate agrupado com gordura protegida), da vitamina E e a interação

Variável	Média	Vitamina E	peso gordura	V x tr	CV (%)
\sum 18:1	44,0518	0,4267	0,0155	0,9627	5,97
\sum 18:2	5,2723	0,1264	0,0028	0,2177	21,48
\sum 18:3	0,2859	0,4581	0,3748	0,2058	17,51
\sum 18:1,18:2,18:3	49,6100	0,8608	0,0472	0,6471	4,20

CV=Coefficiente de Variação; V=Vitamina E.

A gordura protegida apresentou efeito em reduzir o teor do somatório dos C18:2, porém esse efeito foi observado apenas nos animais abatidos com 55 kg (Tabela 16). A ingestão de ácido linoleico (C18:2) pode provocar a diminuição de HDL e aumentar o risco de deposição de cristais de colesterol na vesícula biliar (GRUNDY, 1994). No entanto, a American Heart Association (AHA) indica que o ácido linoleico tem um efeito notável na descida dos teores de colesterol plasmático quando estes valores são elevados (>200 mg/dL). Levando em consideração o efeito dos C18:2 em diminuir o HDL, como descrito por Grundy (1994), esse resultado da gordura protegida pode ser benéfico.

Tabela 16 Valores médios dos somatórios dos ácidos graxos C18:1 e do somatório do C18:2 e do somatório dos C18:1, C18:2 e C18:3 da fração lipídica do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros em função da interação gordura protegida x peso de abate

Peso de abate	Gordura protegida		Pr > t ²
	Sem	Com	
	Σ 18:1		
45 kg	43,7157	42,7482	0,8864
55 kg	43,2302	47,1517	0,0340
Pr > t ¹	0,9832	0,0150	
	Σ 18:2		
45 kg	5,9649	5,0946	0,4461
55 kg	6,1458	3,8594	0,0030
Pr > t ¹	0,9890	0,1674	
	Σ 18:1,18:2,18:3		
45 kg	49,9833	48,1134	0,3146
55 kg	49,6797	51,2829	0,4461
Pr > t ¹	0,9916	0,0302	

Pr > t¹=efeito do peso de abate; Pr > t²=efeito da gordura protegida.

Nesse estudo observou-se que cordeiros abatidos com 55 kg e que consumiram gordura protegida apresentaram os maiores valores do C18:1, quando comparados aos cordeiros que não ingeriram gordura protegida e foram abatidos com 44 kg. O ácido graxo oleico (C18:1) apresenta importante efeito

hipocolesterolêmico (COSTA, 2008), logo a carne oriunda desses animais é mais benéfica à saúde humana.

Arruda (2010) não encontrou variações significativas no perfil do ácido graxo oleico com o incremento de energia à ração, destaca-se que, cerca de 95% dos ácidos graxos monoinsaturados presentes no *longissimus dorsi* dos cordeiros Santa Inês foram representados por esse ácido graxo. Resultados semelhantes foram relatados por (BANSKALIEVA; SAHLU; GOETSCH, 2000; SAÑUDO et al., 2000). No presente trabalho, o ácido graxo oleico também representou 95% dos ácidos graxos monoinsaturados.

Segundo Arruda (2010), os ácidos graxos oleico (C18:1), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) foram, respectivamente, os encontrados em maiores concentrações nas amostras do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês, perfazendo aproximadamente 80% dos ácidos graxos identificados. Nesse estudo a participação desses três ácidos graxos foi de 83,57 % do total de ácidos graxos da FLM do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês.

O Σ 18:1,18:2,18:3 na fração lipídica do músculo foi maior nos cordeiros abatidos com 55 kg, apenas com a presença da gordura protegida, além disso esse resultado está coerente, pois o peso de 55 kg teve efeito em elevar os teores do C18:1 para 47,15% dos ácidos graxos da fração lipídica do músculo, enquanto que a participação dos C18:2 e C18:3 foi menos que 6% dos ácidos graxos da fração lipídica do músculo e não foi observado influência do peso de abate sobre esses dois ácidos graxos. Logo, quando analisou-se o somatório dos três juntos observou-se o efeito do peso de abate de 55 kg em elevar esses teores, porém esse resultado está em função apenas da elevação do C18:1. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de a gordura protegida de lipídeos da soja apresentarem em média 31,7% de ácido oleico (STAPLES, 2009) e parte desses lipídios passaram ilesos pelo rúmen e foram absorvidos e depositados da forma que foi fornecido na dieta. Entretanto, segundo Enser et al. (1996), a carne

ovina é rica em ácido linolênico (C18:3) e possui baixa relação $n-6:n-3$ em comparação à carne bovina e suína. Porém, nesse estudo a carne ovina apresentou baixa concentração do ácido linolênico (0,29%) e alta relação $\sum \omega 6 / \sum \omega 3$ (Tabela 17).

Tabela 17 Probabilidades e valores médios dos ácidos graxos C18:3 n6, C18:3 n3 e C20:3n3 e dos somatórios dos ácidos graxos classificados como $\omega 3$ (ômega 3) e somatório dos $\omega 6$, o somatório de $\omega 3$ e $\omega 6$ e a relação $\sum \omega 6 / \sum \omega 3$ na fração lipídica do *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês em função do peso/gordura (peso de abate agrupado com gordura protegida), da vitamina E e a interação

Variável	Média	Vitamina E	peso/gordura	V x tr	CV (%)
C18:3 n6	0,0346	0,1765	0,2657	0,2788	44,45
C18:3 n3	0,2513	0,5729	0,0295	0,3021	18,22
C20:3n3	0,0227	0,8522	0,9107	0,4516	54,26
$\sum \omega 3$	0,6642	0,2736	0,4823	0,2014	22,52
$\sum \omega 6$	5,1726	0,0962	0,0017	0,1795	21,64
$\sum \omega 3,6$	5,8368	0,0982	0,0028	0,1605	20,97
$\sum \omega 6 / \sum \omega 3$	7,8388	0,7144	0,0073	0,9365	19,50

CV=Coefficiente de Variação; V=Vitamina E.

A relação $\omega 6 / \omega 3$ da carne dos cordeiros deste estudo apresentou média geral de 7,84:1 e estão de acordo com as recomendações de ingestão diária de ácidos graxos dos EUA (1989) e Canadá (1990), as quais citam que a relação $\omega 6 / \omega 3$ deve estar entre 4-10:1, porém as pesquisas mais recentes indicam que o ideal seria relações menores como a citada pela organização mundial de saúde que deve estar entre 4:1 a 5:1 (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2003), porém acredita-se que os valores dessa relação devem ser menores ainda (WOOD et al., 2003; INSAUSTI et al., 2005). Arruda (2010) observou médias dessa relação que variaram de 1,51 a 3,13 ficando dentro dos limites estabelecidos pela literatura especializada (INSAUSTI et al., 2005; WOOD et al., 2003).

O consumo equilibrado de ácidos graxos da família ω 6 e ω 3 é importante para a prevenção do desenvolvimento de doenças cardiovasculares, da diabetes, de artrites e de desequilíbrios do estado imunitário (COSTA, 2008). As razões ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados e a relação ω 6/ ω 3 são dois parâmetros importantes para a avaliação nutricional das gorduras (BRITISH DEPARTMENT OF HEALTH, 1994; ENSER et al., 1996; HOLMAN, 1998). Muitas recomendações de ingestão de ácidos graxos levam em consideração não somente o CLA, mas todos os ácidos graxos das famílias ω 3, 6 e 9 e a proporção ω 6/3. A razão ω 6 / ω 3 é particularmente benéfica na carne de ruminantes que consomem gramíneas ou fontes oleaginosas com elevado teor de C18:3 (ENSER, 2001).

Os ácidos graxos da série *n*-6 são necessários para a função reprodutora e para o funcionamento do sistema imunitário (FALLON; ENIG, 1996), dessa forma é desejável a elevação dos seus teores na carne ovina. No presente estudo constatou-se que a gordura protegida diminuiu os teores dos ω 6, porém apenas nos animais abatidos com 55 kg esse efeito foi observado (Tabela 18).

Para o somatório dos ω 3, não foi observado diferenças causadas pelos fatores avaliados nesse estudo, porém o ácido graxo C18:3 *n*-3, que é um ácido graxo pertencente à família ω 3, teve tendência ($P < 0,06$) em elevar seu teor na fração lipídica do músculo com o uso da gordura protegida quando os animais foram abatidos com 45 kg, passando de 0,22 a 0,28%. Resultado benéfico à saúde humana, visto que os ácidos graxos *n*-3 além de reduzirem os níveis plasmáticos de LDL, também têm um efeito semelhante nos níveis plasmáticos de VLDL (GRUNDY, 1987).

Tabela 18 Valores médios do ácido graxo C18:3 n3 e do somatório dos ácidos graxos $\omega 6$, o somatório dos $\omega 6$ e somatório dos $\omega 3$ e a relação $\sum \omega 6 / \sum \omega 3$ da fração lipídica do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros em função da interação gordura protegida x peso de abate

Peso de abate	Gordura protegida		Pr > t ²
	Sem	Com	
	C18:3 n3		
45 kg	0,2207	0,2818	0,0658
55 kg	0,2308	0,2752	0,2515
Pr > t ¹	0,9717	0,9917	
	$\sum \omega 6$		
45 kg	5,9637	4,9483	0,3050
55 kg	6,0357	3,7228	0,0024
Pr > t ¹	0,9993	0,1652	
	$\sum \omega 3,6$		
45 kg	6,6512	5,5832	0,3374
55 kg	6,7596	4,3415	0,0037
Pr > t ¹	0,9981	0,2175	
	$\sum \omega 6 / \sum \omega 3$		
45 kg	8,7952	8,0074	0,7430
55 kg	8,4614	5,9043	0,0152
Pr > t ¹	0,9728	0,0558	

Pr > t¹=efeito do peso de abate; Pr > t²=efeito da gordura protegida.

Os teores dos ácidos graxos C16:1 *cis9*, C18:0, C18:1 *cis9*, C18:1 C12, C18:2 *cis9 cis12* e do C18:2 *cis9 trans11*, desse estudo, foram influenciados pela interação peso de abate x gordura protegida (Tabela 19), sendo que para o ácido esteárico observou-se a influencia também da vitamina E em interação com o peso de abate e a gordura protegida.

Tabela 19 Probabilidades e valores médios dos ácidos graxos C16:1 *cis*9, C18:0, C18:1 *cis*9, C18:1 *cis*12, C18:2 *cis*9 *cis*12 e do C18:2 *cis*9 *trans*11 da fração lipídica do *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês em função do peso|gordura (peso de abate agrupado com gordura protegida), da vitamina E e a interação

Variável	Média	Vitamina E	peso gordura	V x peso gordura	CV (%)
C16:1 <i>cis</i> 9	1,2836	0,8670	0,0769	0,7078	37,53
C18:0	16,3197	0,7880	0,0048	0,0169	12,50
C18:1 <i>cis</i> 9	41,0513	0,8708	< 0,001	0,7302	6,73
C18:1 <i>cis</i> 12	0,2697	0,9023	0,0268	0,2468	55,22
C18:2 <i>cis</i> 9 <i>cis</i> 12	4,7555	0,3554	< 0,001	0,5790	20,35
C18:2 <i>cis</i> 9 <i>trans</i> 11	0,3983	0,6177	0,0687	0,2820	21,66

CV=Coefficiente de Variação; V=Vitamina E.

A carne de ruminantes é uma importante fonte de ácido ruménico ou CLA (Ácido Linoleico Conjugado), sendo o valor de 5,1 mg/g no total de ácidos graxos determinado no *Longissimus dorsi* em carneiros (BESSA et al., 2000). No presente estudo encontrou-se valor médio de 6,87 mg/g no total de ácidos graxos no *Longissimus dorsi* dos cordeiros, valor 35% maior do que o relatado por este autor. Esse resultado é benéfico à saúde humana, pois ao contrário dos ácidos graxos *trans* gerados pela indústria alimentícia, aqueles provenientes de animais ruminantes não possuem qualquer ligação com o risco de doenças coronarianas em homens, e apresentam ainda relação inversa entre consumo e doenças cardiovasculares em mulheres (JAKOBSEN et al., 2008).

A gordura protegida apresentou efeito em elevar os teores de CLA nos cordeiros abatidos com 55 kg, quando comparada ao controle (sem GP)(Tabela 20). Como a gordura protegida de lipídeos da soja apresentam em média 42% de ácido linoleico (STAPLES, 2009) e parte desses lipídios passam ilesos pelo rúmen, provavelmente eles foram absorvidos e depositados da forma que foi fornecido na dieta.

Tabela 20 Valores médios dos ácidos graxos C16:1 C9, C18:1 C9, C18:1 C12, C18:2 C9 C12 e do C18:2 C9 T 11 da fração lipídica do músculo

Longissimus dorsi de cordeiros em função da interação gordura protegida x peso de abate

Peso de abate	Gordura protegida		Pr > t ²
	Sem	Com	
C18:1 C9			
45 kg	46,3616	38,0738	<0,0001
55 kg	41,7387	38,9881	0,2311
Pr > t ¹	0,0151	0,9141	
C18:1 C12			
45 kg	0,1291	0,3771	0,0157
55 kg	0,2707	0,2994	0,9810
Pr > t ¹	0,2667	0,7360	
C18:2 C9 C12			
45 kg	3,0610	5,8000	<0,0001
55 kg	4,5288	5,4566	0,2603
Pr > t ¹	0,0306	0,8968	
C18:2 C9 T 11			
45 kg	0,3435	0,4644	0,0503
55 kg	0,3884	0,3934	0,9995
Pr > t ¹	0,7376	0,3873	

Pr > t¹=efeito do peso de abate; Pr > t²=efeito da gordura protegida.

Segundo Enser et al. (1999) e Geay et al. (2001) é possível o aumento de CLA na carne em consequência do aumento de ácidos graxos n-3 na dieta de ruminantes. De acordo com Aharoni et al. (2005), o óleo de soja (33g/kg de MS) resultou em aumentos de 280 a 410% na concentração de isômeros de CLA nas gorduras intramuscular e subcutânea em bovinos terminados em confinamento. Nesse estudo o uso de gordura protegida (40g/kg de MS) resultou em aumento de 35,2% na concentração do C18:2 *cis9 trans11*, nos animais abatidos aos 45 kg.

Avaliando o efeito de diferentes fontes de lipídeos sobre o teor de CLA no músculo e na gordura de cobertura em novilhos bubalinos, Oliveira et al. (2008) observaram que o fornecimento de óleo de soja resultou em maior concentração de CLA no músculo e na gordura de cobertura, quando comparados aos tratamentos de grão de soja e gordura protegida. Os animais que receberam a dieta com grão de soja integral apresentaram teor de CLA na

carne semelhante aos animais que receberam a dieta sem gordura protegida. No presente estudo a gordura protegida elevou os teores de CLA no músculo de cordeiros, porém apenas nos animais abatidos aos 45 kg.

Em experimento avaliando grão de soja integral e gordura protegida, na alimentação de cordeiros Santa Inês, Almeida (2009) constatou-se que o uso da gordura protegida proporciona maiores concentrações de ácidos graxos poli-insaturados e CLA no músculo *Longissimus dorsi* do que o grão de soja integral. Nesse estudo, avaliando a gordura protegida em cordeiros Santa Inês, encontrou-se que as concentrações de CLA foram aumentadas com o uso da gordura protegida, mas somente nos cordeiros abatidos com 45 kg (Tabela 20) e que o somatório dos ácidos graxos poli-insaturados foram diminuídos com o uso da gordura protegida quando os cordeiros foram abatidos com 55 kg (Tabela 11).

Os ácidos graxos C16:0;C16:1;C18:0;C18:1;C18:2, constituíram mais 90% dos ácidos graxos da fração lipídica, esse resultado está de acordo com Arruda (2010). Apesar do somatório dos ácidos graxos monoinsaturados não terem sido influenciados pela inclusão de gordura protegida, o ácido graxo oleico, maior representante dos ácidos graxos monoinsaturados, teve suas concentrações diminuídas com o uso da gordura protegida nos animais abatidos com 45 kg e o peso de abate de 55 kg também diminuiu com os teores desse ácido graxo (Tabela 20), porém quando analisou-se o somatório dos ácidos graxos monoinsaturados, observou que o peso de 55 kg teve efeito em elevar seus teores nos animais que ingeriram gordura protegida (Tabela 11) esse resultado evidencia a influência do peso de abate na repartição dos nutrientes e que a forma de utilização da gordura protegida está diretamente dependente do peso vivo dos animais.

O ácido graxo esteárico foi influenciado pela interação dos três fatores avaliados, onde observou-se que os teores desse ácido graxo foi maior nos

animais que ingeriram gordura protegida quando comparados com os animais que não a ingeriram, porém isso ocorreu apenas nos animais abatidos com 45 kg e que consumiram a vitamina E, concomitantemente, com a gordura protegida (Tabela 21). Esse resultado é benéfico à saúde humana devido o ácido graxo esteárico, diferentemente, dos outros ácidos graxos saturados atuarem na redução do colesterol sérico em humanos (BONANOME; GRUNDY, 1988), contrariamente, o ácido graxo palmítico é apontado por aumentar a síntese de colesterol o que representa um fator de risco para o aparecimento de doenças cardiovasculares (MOLONEY et al., 2001).

Tabela 21 Valores médios do ácido graxo C18:0 da fração lipídica do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros em função da interação tripla: gordura protegida x peso de abate x vitamina E

Gordura protegida	Vitamina E	Peso de abate		Pr > t ⁵
		45 kg	55 kg	
Sem	Sem	15,4407	14,1755	0,9855
	Com	12,8430	16,9284	0,1576
	Pr > t ¹	0,7064	0,4946	
Com	Sem	17,2410	17,7617	0,9999
	Com	19,2162	14,8343	0,1076
	Pr > t ²	0,8280	0,5765	
	Pr > t ³	0,9086	0,2477	
	Pr > t ⁴	0,0054	0,8457	

Pr>t¹ = efeito da vitamina E sem gordura; Pr>t² = efeito da vitamina E com gordura; Pr>t³ = efeito da gordura protegida sem vitamina E; Pr>t⁴ = efeito da gordura protegida com vitamina; Pr>t⁵ = efeito do peso de abate.

Em função dos resultados encontrados nesse estudo, conclui-se que o peso vivo do animal exerce grande influência sobre a forma de distribuição e deposição dos nutrientes na fração lipídica do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros, porém essa diferença na forma de distribuição e deposição dos nutrientes em função do peso vivo de abate foi dependente da dieta. Visto que as diferenças entre os pesos foram observadas apenas nos cordeiros que consumiram gordura protegida, com destaque para os dados do somatório dos

ácidos graxos saturados, insaturados, monoinsaturados, C18:1 e do Σ 18:1,18:2,18:3; das relações Σ AGI/ Σ AGS, Σ AGMI/ Σ AGS e Σ ω 6/ Σ ω 3.

Em relação aos ácidos graxos isolados, conclui-se que a inclusão de gordura protegida na dieta de cordeiros Santa Inês teve efeito dependente do peso vivo de abate, sendo que foi observado efeito da gordura protegida apenas nos animais abatidos com 45 kg de peso vivo. Com destaque para o CLA, o C18:3 n3, C18:1 C9, C18:2 C9 C12 e o C18:0. A única exceção foi o ácido graxo C16:0 (palmítico) as diferenças foram observadas no peso de 55 kg.

4.4 Atividades das enzimas Δ 9 dessaturase 16 e 18, elongase e o índice de aterogenicidade

Os resultados para os índices da atividade das enzimas elongase e dessaturases 16 e 18 e do índice de aterogenicidade estão representados na Tabela 22. Observou-se que todos os índice foram influenciados pelo fator peso|gordura (peso de abate agrupado com a gordura protegida) e que o índice da atividade da Δ 9 dessaturase 18 também foi influenciado pela interação da vitamina E com o peso|gordura.

Tabela 22 Probabilidades e valores médios das atividades das enzimas Δ 9 dessaturase 16, Δ 9 dessaturase 18 e Elongase e do Índice de Aterogenicidade (IA) da fração lipídica do *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês em função do peso|gordura (peso de abate agrupado com gordura protegida), da vitamina E e a interação

Variável	Média	Vitamina E	peso gordura	V x peso gordura	CV (%)
Δ 9 dessaturase 16	5,2223	0,7889	0,0649	0,7631	35,93
Δ 9 dessaturase 18	71,4986	0,8260	<0,0001	0,0255	4,43
Elongase	70,0603	0,6601	0,0519	0,3461	2,63
IA	0,6228	0,8062	0,0022	0,7002	9,62

CV=Coefficiente de Variação; V=Vitamina E.

Os índices de atividade das enzimas Δ^9 -dessaturase C16 e C18, que são responsáveis pela conversão dos ácidos graxos saturados com 16 e 18 átomos de carbono, respectivamente, em seus correspondentes monoinsaturados com dupla ligação no carbono 9, conforme descrito por Malau-Aduli et al. (1997). Esse índice expressa a quantidade do produto (ácido graxo monoinsaturado) como porcentagem do substrato disponível para a conversão e são obtidos por meio das equações a seguir: Δ^9 - Dessat (16) – índice de atividade da enzima dessaturase C16 = $100(16:1/16:0+16:1)$ e Δ^9 - Dessat (18) – índice de atividade da enzima dessaturase C18 = $100(18:1/18:0+18:1)$.

O índice que avalia a atividade da enzima Δ^9 dessaturase 18 foi influenciado pelo peso vivo de abate e pela inclusão de gordura protegida, porém apenas quando a vitamina E foi fornecida na dieta dos cordeiros. Sendo que o peso de 45 kg elevou o índice quando os cordeiros não consumiram gordura protegida e que os mesmos cordeiros abatidos aos 45 kg de peso vivo tiveram esse índice menor quando consumiram gordura protegida (Tabela 24). Esse resultado pode ser explicado pelo fato do peso de 45 kg ter elevado os teores do C18:1 C9 quando os cordeiros não consumiram gordura protegida e que a gordura protegida diminuiu os teores do ácido oleico (C18:1 C9) quando os cordeiros foram abatidos com 45 kg (Tabela 21). Pois o ácido oleico é o produto da atividade da enzima Δ^9 dessaturase 18. Além disso, o ácido esteárico (substrato da enzima Δ^9 dessaturase 18) teve seus teores aumentados com o uso da gordura protegida nos cordeiros abatidos com 45 kg (Tabela 23), logo os teores elevados do ácido oleico na fração lipídica do músculo dos cordeiros que consumiram gordura protegida e foram abatidos aos 45 kg, foi devido a maior atividade da Δ^9 dessaturase 18, em função desse tratamento fornecer maior quantidade de substrato (C18:0) para a enzima, e não pelo fato da dieta fornecer diretamente o ácido graxo C18:1 C9.

Tabela 23 Valores médios da atividade da enzima $\Delta 9$ dessaturase 18 da fração lipídica do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros em função da interação tripla: gordura protegida x peso de abate x vitamina E

Gordura protegida	Vitamina E	Peso de abate		Pr > t ⁵
		45 kg	55 kg	
Sem	Sem	74,6861	74,9022	1,0000
	Com	78,6096	70,8288	0,0444
	Pr > t ¹	0,7325	0,5521	
Com	Sem	69,1535	68,5235	1,0000
	Com	66,2023	72,6358	0,1461
	Pr > t ²	0,8529	0,6864	
	Pr > t ³	0,2538	0,1287	
	Pr > t ⁴	0,0004	0,9926	

Pr>t¹ = efeito da vitamina E sem gordura; Pr>t² = efeito da vitamina E com gordura; Pr>t³ = efeito da gordura protegida sem vitamina E; Pr>t⁴ = efeito da gordura protegida com vitamina; Pr>t⁵ = efeito do peso de abate.

O índice que avalia a atividade da enzima $\Delta 9$ dessaturase 16 foi influenciado pelo peso vivo de abate e pela inclusão de gordura protegida, de forma independente da inclusão de vitamina E. Sendo que o peso de 55 kg apresentou tendência em elevar os valores desse índice quando os animais não ingeriram gordura protegida (Tabela 24). Porém, não foi observado diferenças para os teores do C16:0 e C16:1 C9, apenas uma tendência fraca (P<0,12) foi detectada para ambos os ácidos graxos, sendo que o C16:0 diminuiu os teores e o C16:1 C9 elevou o teor nos animais que não consumiram gordura protegida e foram abatidos no peso de 45 kg (Tabelas 14 e 20).

No presente trabalho observou-se que cordeiros abatidos com 55 kg e que consumiram gordura protegida elevaram esse índice, indicando que esses animais apresentaram maior proporção de ácidos graxos pró-aterogênicos (Tabela 24). Esse resultado demonstra que cordeiros mais pesados, desde que consumam gordura protegida, apresentam uma carne com maior risco de provocar doenças coronárias. O índice de aterogenicidade relaciona os ácidos pró e antiaterogênicos e indicam o potencial de estímulo a agregação plaquetária, ou seja, quanto menores os valores do índice de aterogenicidade,

maior a quantidade de ácidos graxos antiaterogênicos presentes nas gorduras e, conseqüentemente, maior o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronárias (ARRUDA, 2010).

Tabela 24 Valores médios das atividades das enzimas $\Delta 9$ dessaturase 16, $\Delta 9$ dessaturase 18 e Elongase e do Índice de Aterogenicidade (IA) da fração lipídica do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros em função da interação gordura protegida x peso de abate

Peso de abate	Gordura protegida		Pr > t ²
	Sem	Com	
	$\Delta 9$ dessaturase 16		
45 kg	3,7681	4,8874	0,6488
55 kg	6,2978	5,9193	0,9783
Pr > t ¹	0,0626	0,7036	
	Elongase		
45 kg	70,7529	70,3727	0,9769
55 kg	70,4249	68,1464	0,0977
Pr > t ¹	0,9849	0,1089	
	IA		
45 kg	0,6248	0,5855	0,5780
55 kg	0,5962	0,7094	0,0055
Pr > t ¹	0,7852	0,0023	

Pr > t¹=efeito do peso de abate; Pr > t²=efeito da gordura protegida.

Em experimento com ovinos Santa Inês avaliando diferentes níveis energéticos na dieta, Arruda (2010) encontrou que o valor médio para o índice de aterogenicidade foram de 0,60 a 0,67. Nesse estudo o valor médio para esse índice foi de 0,62 (Tabela 23), valor dentro da faixa encontrada por Arruda (2010).

4.5 Oxidação da gordura do músculo longissimus

A vitamina E, as médias agrupadas do peso de abate e da gordura protegida, o efeito do tempo de estocagem e a interação dupla vitamina x tempo influenciaram os resultados da oxidação lipídica (Tabela 25).

Tabela 25 Probabilidades em função do peso de abate, da inclusão de gordura protegida e vitamina E, e suas interações para os teores de malonaldeído/kg do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros

Média	0,955	Pr > F	EPM
Vitamina E		<0,0001	0,067
Tr (peso e gordura)		0,0108	0,095
Tempo		<0,0001	0,067
Vit* peso gordura		0,5743	0,134
Vit*tempo		<0,0001	0,095
Tr*tempo		0,7200	0,134
Vit* peso gordura *tempo		0,9771	0,189

peso|gordura= efeito dos dois fatores agrupados; Tempo= tempo de estocagem da carne; vit* peso|gordura= interação entre vitamina E e peso de abate e gordura protegida agrupados; vit*tempo= interação entre vitamina E e tempo de estocagem da carne; peso|gordura*tempo= interação peso|gordura com tempo de estocagem; vit* peso|gordura*tempo= interação tripla.

Cordeiros com peso de abate de 55 kg, que não consumiram gordura protegida, apresentaram maiores valores de malonaldeído na carne quando comparados aos cordeiros confinados com peso inicial de 45 kg (Tabela 26). A inclusão de gordura protegida na dieta de cordeiros confinados com 45 kg, favoreceu o aumento dos teores de malonaldeído na carne. Esses resultados indicam que a gordura protegida na dieta dos cordeiros reduziu a vida útil da carne, mas apenas quando cordeiros são abatidos mais leves, e que o peso de abate de 55 kg também gerou carnes com menor vida de prateleira. A rancidez, ou oxidação de lipídios, é a deterioração mais importante que ocorre nesse tipo de produto, definindo a vida útil na medida que gera produtos indesejáveis do ponto de vista sensorial e destrói vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais (CECCHI, 1999).

Tabela 26 Efeito do peso de abate agrupado com a gordura protegida sobre os teores, em mg, de malonaldeído/kg de carne

	Sem gordura	Com gordura	Pr > t ²
Peso 20	0,685	1,104	0,0030
Peso 30	1,096	0,933	0,2301
Pr > t ¹	0,0036	0,2079	

Pr > t¹ = efeito do peso de abate; Pr > t² = efeito da gordura protegida.

A inclusão de vitamina E na dieta diminuiu os valores de malonaldeído da carne de cordeiros quando analisada sem interação com o tempo, pois desdobrando a interação observou-se efeito benéfico da vitamina E apenas quando a carne ficou estocada por 3 dias (Tabela 27), e o tempo de armazenamento influenciou os teores de malonaldeído na carne, sendo maior a oxidação lipídica no tempo de 3 dias quando comparado com o tempo zero. Esses resultados encontram-se de acordo com o esperado, pois com 3 dias de armazenamento, à temperatura entre 1 e 2^o C, a carne sofre oxidação a uma taxa muito maior do que quando armazenada em temperatura de congelamento, e como a vitamina E por ser considerada antioxidante natural demonstra ter efeito na redução da oxidação da carne, diminuindo os teores de malonaldeído.

Tabela 27 Desdobramento da interação dupla vitamina E x tempo sobre os teores, em mg, de malonaldeído/kg de carne, com o efeito sem interação do tempo e da vitamina

	Sem vitamina	Com Vitamina	Pr > t ²
Tempo 0 dias	0,55	0,46	0,4846
Tempo 3 dias	1,94	0,88	<0,0001
Pr > t ¹	<0,0001	0,0034	

Pr > t¹ = efeito do tempo de estocagem; Pr > t² = efeito da vitamina E;

Pode-se concluir que a vitamina E estava presente no músculo *Longissimus dorsi* e que exerceu seu papel como antioxidante natural, melhorando a vida útil dessas carnes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A melhoria no perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros, bem como o aumento da vida útil dessa carne são fatores importantes para o *marketing* dessa carne e na logística de distribuição. Para melhor compreensão dos efeitos da vitamina E da dieta sobre as características da carne, análises sobre os teores de α -tocoferol na fração lipídica e em outros depósitos desse composto, como o fígado, ajudariam a conhecer o metabolismo do α -tocoferol em ruminantes.

6 CONCLUSÃO

O uso de gordura protegida e de vitamina E na dieta de cordeiros em terminação, praticamente não afeta a composição química da carne.

O peso vivo de abate do animal exerce grande influência sobre a forma de distribuição e deposição dos nutrientes na fração lipídica do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros, mas de forma dependente da dieta.

A inclusão de gordura protegida na dieta de cordeiros Santa Inês tem efeito dependente do peso vivo de abate sobre as concentrações dos principais ácidos graxos da fração lipídica do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros.

A vitamina E na dieta de cordeiros em confinamento proporciona diminuição da oxidação lipídica na carne estocada por 3 dias em temperatura semelhante a de comercialização.

REFERÊNCIAS

- ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (músculo *Longissimus dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 205-210, maio/jun. 1998.
- ADAM, D. J. D.; HANSEN, A. E.; WIESE, H. F. Essential fatty acids in infant nutrition II: effect of linoleic acid on caloric intake. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 66, p. 555-564, 1958.
- ADAM, O. Linoleic and linolenic acids intake. In: GALLI, C.; SIMOPOULOS, A. P. (Ed.). **Dietary omega-3 e omega-6 fatty acids and nutritional essentiality**. New York: Plenum, 1989. p. 391- 402.
- ADOLF, R.; DUVAL, S.; EMEKEN, E. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in humans. **Lipids**, Champaign, v. 35, p.131-135, 2000.
- AFERRI, G. **Desempenho e características da carcaça de Novilhas alimentadas com diferentes fontes de gordura**. 2003 . 67 p. Dissertação (Mestrado Zootecnia) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.
- AGERBAEK, M.; GERDES, L. U.; RICHELSEN, B. Hypocholesterolaemic effect of a new fermented milk product in healthy middle-aged men. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 49, p. 346-352, 1995.
- AHARONI, Y. et al. Effects of soybean oil supplementation of high forage fattening diet on fatty acid profiles in lipid depots of fattening bull calves, and their levels of blood vitamin E. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 119, p. 191–202, 2005.
- ALLEN, C. E.; FOEGEDING, E. A. Some lipid characteristics and interactions in muscle foods. **Food Technology**, Chicago, v. 35, p. 253-257, 1981.
- ALMEIDA, A. K. et al. Perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes proporções de volumosos e diferentes fontes de gordura. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ, 2009. 1 CD ROM.

ANDERSON, J. W. et al. Postprandial serum glucose, insulin, and lipoprotein responses to high- and lowfiber diets. **Metabolism**, Baltimore, v. 44, p. 848-854, 1995.

ANDERSON, J. W.; GILLILAND, S. E. Effect of fermented milk (yogurt) containing lactobacillus acidophilus II on serum cholesterol in hypercholesterolemic humans. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 18, p. 43-50, 1999.

ARNOLD, R. N. et al. Distribution of blood flow in muscles miniature swine during exercise. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 62, p. 1285-1298, 1992.

ARRUDA, P. C. L. **Teor de lipídeos totais, colesterol e perfil de ácidos graxos na carne de cordeiros da raça santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos**. 2010. 48 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

ASGHAR, A. et al. Effects of supranutritional dietary vitamin E levels on subcellular deposition of -tocopherol in the muscle and on pork quality. **Journal of Science food Agriculture**, Oxford, v. 57, p. 31-40, 1991.

ASGHAR, A. et al. Effects of dietary oils and α -tocopherol supplementation on membranal lipid oxidation in broiler meat. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 55, p. 46-50, 1990.

ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12. ed. Washington, 1990. 1094 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 13. ed. Washington, 1984. 1141 p.

ATKINSON, R. L. Conjugated linoleic for altering body composition and treating obesity. In: YURAWECZ, M. P.; MOSOBA, M. M.; KRAMER, J. K. G. **Advances in conjugated linoleic acid research**. Champaign: AOCS, 1999. v. 1, p. 328-353.

BANNI, S. et al. Vaccenic acid feeding increases tissue levels of conjugated linoleic acid and suppresses development of premalignant lesions in rat mammary gland. **Nutrition and Cancer**, Hillsdale, v. 41, p. 91-97, 2001.

BANSKALIEVA, V.; SAHLU, T.; GOETSCH, A. L. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots. **Small Ruminant Research**, Thessaloniki, v. 37, p. 255-268, 2000.

BAUMAN, D. E. et al. **Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants**. 1999. Disponível em: <<http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0937.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2011.

BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J. M. Nutritional regulation of milk fat synthesis. **Annual Reviews in Nutrition**, Palo Alto, v. 23, p. 203-227, 2003.

BAUMAN, D. E. **Origin of conjugated linoleic acids**. 2002. Disponível em: <http://ods.od.nih.gov/pubs/conferences/cla/bauman_new_presentation.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2011.

BAUMGARD, L. H. et al. Identification of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v. 278, p. 179-184, 2000.

BEAM, T. M. et al. Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohidrogenation of fatty acids in ruminal contents. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 38, p. 2564-2573, 2000.

BELURY, M. A.; KEMPA-STECZCO, A. Conjugated linoleic acid modulates hepatic lipid composition in mice. **Lipids**, Champaign, v. 32, p. 199-204, 1997.

BEN SALEM, H. et al. Potential use of oldman saltbush (*Atriplex nummularia* Lindl.) in sheep and goat feeding. **Small Ruminant Research**, Thessaloniki, v. 91, p. 13-28, 2010.

BENATTI, P. et al. Polyunsaturated fatty acids: Biochemical, nutritional and epigenetic properties. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 23, p. 281-302, 2004.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University, 1976. 240 p.

BERTELSEN, G. J. et al. Oxidation, shelf-life and stability of meat and meat products. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND

TECHNOLOGY, 46., 2000, Buenos Aires. **Proceedings...** Buenos Aires: [s. n.], 2000. p. 516-524.

BESSA, R. J. B. et al. Effect of lipid supplements on ruminal biohydrogenation intermediates and muscle fatty acids in lambs. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Greifswald, v. 109, p. 868–878, 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**, Hamilton, v. 63, p. 201-211, 2000.

BIANCHINI, W. **Crescimento muscular e qualidade da carne de bovinos Nelore, Simental e seus mestiços no sistema de produção superprecoce.** 2005. 82 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Jaboticabal, 2005.

BICKERSTAFFE, R.; LE COUTEUR, C. E.; MORTON, J. D. Consistency of tenderness in New Zealand retail meat. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 43., 1997, Auckland. **Anais...** Auckland: Nova Zelândia, 1997. p.196-197.

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**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 2387-2393, 2004. (Supl. 3).

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

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

BOYLE, F. G. et al. Interaction of n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids with n-6 fatty acids in suckled rat pups. **Lipids**, Champaign, v. 33, p. 243-250, 1998.

BORYS, B.; BORYS, A.; GASIOR, R. Effect of feeding rapeseed and linseed diets and their supplementation with vitamin E on health quality of lamb meat. **Archiv Tierzucht**, Dummerstorf, v. 47, p. 189-197, 2004. Special Issue.

BRESSAN, M.C. et al. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as Características físico-químicas da carne. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 293-303, set./dez. 2001.

BRITISH DEPARTMENT OF HEALTH. **Nutritional aspects of cardiovascular disease**. London: Hsmo, 1994.

BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A.; GRAY, J. I. Influence of dietary vitamin e on oxidative stability and quality of pig meat. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 3122-3130, 1995.

BUENO, M. S. et al. **Santa Inês: uma boa alternativa para a produção intensiva de carne de cordeiros na região Sudeste**. 2006. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/SantaInes/index.htm>. Acesso em: 30 mar. 2011.

BURR, G. O.; BURR, M. M. A new deficiency disease produced by rigid exclusion of fat from the diet. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 82, p. 345-367, 1929.

BURTON, G. W.; JOYCE, A.; INGOLD, K. V. Is vitamin E the only lipid soluble, chain breaking antioxidant in human blood plasma and erythrocyte membranes. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, New York, v. 221, p. 281-290, 1983

CALVANI, M.; BENATTI, P. **Polyunsaturated fatty acids (PUFA)**, Sigma-tau. [S. l.: s. n.], 2003.

CANNON, J. E.; MORGAN, J. B.; SCHMIDT, G. R. Growth and fresh meat quality characteristics of pigs supplemented with vitamin E. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, p. 781-794, 1996.

CARVALHO, S. R. S. T.; SIQUEIRA, R. S. Produção de ovinos em sistema de confinamento. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE OVINOCULTURA: PRODUÇÃO DE CARNE NO CONTEXTO ATUAL, 1., 2001. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 125-142.

CERVONI, J. E. **Gordura protegida na alimentação de ruminantes**. 2006. Disponível em: <<http://>

www.limousin.com.br/pages/artigos/vendo.asp?ID=107>. Acesso em: 15 jan. 2011.

CESANO, A.; VISONNEAU, S.; SCIMECA, J. A. Opposite effects of conjugated linoleic acid on human prostatic cancer in SCD1 mice. **Anticancer Research**, Athens, v. 18, p. 1429-1434, 1998.

CHAN, W. K. M. et al. Dietary vitamin E effect on color stability and sensory assessment of spoilage in three beef muscles. **Meat Science**, Toronto, v. 42, p. 387-399, 1996.

CHEW, B. P. et al. Effects of conjugated dienoic derivatives of linoleic acid and -carotene in modulating lymphocyte and macrophage function. **Anticancer Research**, Athens, v. 17, p. 1099-1106, 1997.

CHIKUNYA, S. et al. Biohydrogenation of dietary *n*-3 PUFA and stability of ingested vitamin E in the rumen, and their effects on microbial activity in sheep. **British Journal of Nutrition**, London, v. 91, n. 4, p. 539-550, 2004.

CHIN, S. F. et al. Conjugated linoleic acid is a growth-factor for rats as shown by enhanced weight-gain and improved feed efficiency. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 124, p. 2344-2349, 1994.

CHIN, S. F. et al. Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. **Journal of Food Composition Analysis**, San Diego, v. 5, p. 185-197, 1992.

CHOUINARD, P. Y. et al. Conjugated linoleic acids alter milk fatty acid composition and inhibit milk fat secretion in dairy cows **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 129, p. 1579-1584, 1999.

COOK, M. E. et al. CLA inhibits the induction of prostaglandin and leukotriene synthesis. A natural substitute for non-steroidal anti-inflammatory drugs. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CLA, 1., 2001, Alesund. **Proceedings...** Alesund: Natural Asa, 2001. p. 6-7.

COOPER, S. L. et al. Manipulation of the *n*-3 polyunsaturated fatty acid content of muscle and adipose tissue in lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 1461-1470, 2004.

CORINO, C. et al. Improvement of color and lipid stability of rabbit meat by dietary supplementation with vitamin E. **Meat Science**, Toronto, v. 52, p. 285-289, 1999.

CORL, B. A. et al. The role of $\Delta 9$ -desaturase in the production of *cis-9, trans-11* CLA. **Journal of Nutritional Biochemistry**, Stoneham, v. 12, p. 622-630, 2001.

COSGROVE, J. P.; CHURCH, D. F.; PRYOR, W. A. The kinetics of the autoxidation of polyunsaturated fatty-acids. **Lipids**, Champaign, v. 22, p. 299-304, 1987.

COSTA, P. et al. Muscle fiber and fatty acid profiles of Mertolenga- PDO meat. **Meat Science**, Toronto, v. 78, p. 502-512, 2008.

COSTA, Q. P. B. **Desempenho e características da carcaça de bovinos bovinos N elore terminados em confinamento com dietas a base de caroço de algodão**. 2009. 41 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2009.

COUTO, F. A. Dimensionamento do mercado de carne ovina e caprina no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OVINOS E CAPRINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SINCORTE, 2003. 1 CD ROM.

CSALLANY, A. S. et al. HPLC method for quantification of cholesterol and four of its major oxidation products in muscle and liver tissues. **Lipids**, Champaign, v. 24, p. 645-651, 1989.

CZAUDERNA, M. et al. Determination of conjugated fatty acid in ovine milk, meat, fat and intestinal digesta. **ARS Separatoria Acta**, Torun, v. 1, p. 104-110, 2002.

DANIELSON, A. D.; PEO, E. R.; SHAHANI, K. M. Anticholesterolemic properties of *Lactobacillus acidophilus* yogurt fed to mature boars. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 67, p. 966-974, 1989.

DAVIS, C. L. **Fats in animal feeds**. Sycamore: Barnaby, 1990.

DECKER, E. A. The role of phenolics, conjugated linoleic acid, carnosine, and pyrroloquinoline quinone as nonessential dietary antioxidants. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 53, n. 3, p. 49-58, Mar. 1995.

DELAND, M. P. B. et al. Sex and breed differences in the fatty acid composition of muscle phospholipids in crossbreed cattle. In: **Proceedings of**

the 6th world congress genetic applications to livestock production, Armidale, v. 1, p. 185-188, 2003.

DELANY, J. P. Obesity and lipid metabolism: body fat. In: PERSPECTIVES on conjugated linoleic acid research - current status and future directions. Maryland: [s. n.], 2002.

DELANY, J. P.; WEST, D. B. Changes in body composition with conjugated linoleic acid. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 19, p. 487-493, 2000. Supl.

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

DEMIREL, G. et al. Effects of dietary *n*-3 polyunsaturated fatty acids, breed and dietary vitamin E on the fatty acids of lamb muscle, liver and adipose tissue. **British Journal of Nutrition**, London, v. 91, n. 4, p. 551-565, 2004.

DEMIREL, G.; WOOD, J. D.; ENSER, M. Conjugated linoleic acid content of the lamb muscle and liver fed different supplements. **Small Ruminant Research**, Thessaloniki, v. 53, n. 1/2, p. 23-28, 2004.

DHIMAN, T. R. et al. Conjugated linoleic acid content of milk and cheese from cows fed extruded oilseeds. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, n. 2, p. 412-419, Feb. 1999.

DI MARCO, O. N.; BARCELLOS, J. O. J.; COSTA, E. C. **Crescimento de bovinos de corte**. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 276 p.

DIRINCK, P. et al. Studies on vitamin E and meat quality; effect of feeding high vitamin E levels on time-related pork quality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 44, p. 65-68, 1996.

DONOVAN, D. C. et al. Influence of dietary fish oil on conjugated linoleic acid and other fatty acids in milk fat from lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, 2620-2628, 2000.

DOREAU, M.; CHILIARD, Y. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. **British Journal of Nutrition**, London, v. 78, p. 15-35, 1997.

DOREAU, M.; FERLAY, A. Digestion and utilization of fatty acids by ruminants. **Animal Feed Science Technology**, 45, 379-396, 1994.

DORMANDY, T. L. Antioxidant vitamins and nutrients. In: GUTTERIDGE, J. M. C.; HALLIWELL, B. **Antioxidants in nutrition, health, and disease**. New York: Oxford University, 1994. p. 63-81.

DUGAN, M. E. R. et al. The effect of conjugated linoleic acid on fat to lean repartitioning and feed conversion in pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 723-725, 1997.

DUNSHEA, F. R. D. et al. Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. **Meat Science**, Toronto, v. 71, p. 8-38, 2005.

DZIEZAK, J. D. Antioxidants. **Food Technology**, Chicago, v. 40, p. 94-102, 1986.

EGGERT, J. M. et al. Effects of conjugated linoleic acid on the belly firmness and fatty acid composition of genetically lean pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 2866-2872, 2001.

EIKELENBOOM, G. H. et al. Effect of dietary vitamin E supplementation on beef color stability. **Meat Science**, Toronto, v. 54, p. 17-22, 2000.

ELY, D. G. et al. Drylot vs pasture: early-weaned lamb performance to two slaughter weights. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 48, n. 1, p. 32-37, 1979.

ENGESETH, N. J. et al. Improved oxidative stability of veal lipids and cholesterol through dietary vitamin E supplementation. **Meat Science**, Toronto, v. 35, p. 1-15, 1993..

ENSER, M. et al. Effect of dietary lipid on the content of conjugated linoleic (CLA) in beef muscle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p.143-146, 1999.

ENSER, M. et al. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. **Meat Science**, Toronto, v. 42, n. 4, p. 443-456, 1996.

ENSER, M. et al. Fatty acid content and composition of U.K. beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. **Meat Science**, Toronto, v. 49, p. 329-341, 1998

ENSER, M. The role of fats human nutrition. In. RUSSEL, B. (Ed.). **Oils and fats: animal carcass fats**. Surrey: Leatherhead, 2001. v. 2, p. 77-122.

EULITZ, K. et al. Preparation, separation, and confirmation of the eight geometrical *cis/trans* conjugated linoleic acid isomers 8, 10- through 11, 13-18:2. **Lipids**, Champaign, v. 34, p. 873-877, 1999.

EWIN, J. **O lado sadio das gorduras**. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

FALLON, S.; ENIG, M. G. Tripping lightly down the prostaglandin pathways. **Price- Pottenger Nutrition Foundation Health Journal**, Lemon Grove, v. 20, p. 5-8, 1996.

FAUSTMAN, C. et al. Beef color update: the role of vitamin E. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 1019-1026, 1998.

FAUSTMAN, C. et al. Improvement of pigment and lipid stability in Holstein steer beef supplementation with vitamin E. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, p. 858-861, 1989.

FELLNER, V.; SAUER, F. D.; KRAMER, J. K. G. Steady-state rates of linoleic acid biohydrogenation by ruminal bacteria in continuous culture. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, p. 1815-1823, 1995.

FERRÃO, S. P. B. **Características morfológicas, sensoriais e qualitativas da carne de cordeiros**. 2006. 175 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

FERRÃO, S. P. B. et al. Características sensoriais da carne de cordeiros da raça Santa Inês submetidos a diferentes dietas. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 185-190, 2009.

FISHER, A. V. New approaches to measuring fat in the carcasses of meat animals. In: WOOD, J. D.; FISHER, A.V. (Ed.) **Reducing fat in meat animals**. London: Elsevier, 1990. p. 255-343.

FONDAÇÃO FRANÇAISE POUR LA NUTRITION/CENTRE INFORMATIQUE SUR LA QUALITÉ DES ALIMENTS. **Réportoire général**

des aliments tome 1: table de composition des corps gras. Paris: INRA, 1987. 281 p.

FRANÇA, P. M. **Níveis de energia metabolizável na dieta de cordeiros Santa Inês e sua influência na composição química da carcaça e seus cortes**. 2006. 89 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

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**, Champaign, v. 78, n. 11, p. 2849-2855, Nov. 2000.

FRITSCHÉ, J. et al. Conjugated linoleic acid (CLA) isomers: Formation, analysis, amounts in foods, and dietary intake. **Lipids**, Champaign, v. 101, p. 272-276, 1999.

FRITSCHÉ, J. et al. Quantitative determination of conjugated linoleic acid isomers in beef fat. **European Journal of Lipid Science Technology**, Malden, v. 102, p. 667-672, 2000.

FRITSCHÉ, S.; FRITSCHÉ, J. Occurrence of conjugated linoleic acid isomers in beef. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 75, p. 1449-1451, 1998

FROIDMONT-GÖRTZ, I. B. M. Emerging technologies and perspectives for nutrition research. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM "FUNCTIONAL FOODS IN EUROPE INTERNATIONAL DEVELOPMENTS IN SCIENCE AND HEALTH CLAIMS", 7., 2007, Malta. **Proceedings...** Malta: Springer, 2007. p. 9-11.

FÜRST, P. The striking diet of the island of Crete: lipid nutrition from the palaeolithic to the affluent modern society. **Clinical nutrition**, Edinburgh, v. 21, p. 9-14, 2002. Supl.

FURUSHO-GARCIA, I. F. et al. Carcass characteristics and cuts of Santa Inês lambs fed different roughage proportions and fat source. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 6, p. 1322-1327, 2010.

FURUSHO-GARCIA, I. F. et al. Desempenho de cordeiros Santa Inês puros e cruzas Santa Inês com Texel, Ile de France e Bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 1591-1603, 2004.

FURUSHO-GARCIA, I. F. et al. Desempenho de cordeiros Santa Inês recriados com diferente proporção de volumoso, adicionando gordura protegida ou soja integral como fonte de gordura In: 44ª. REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Viçosa MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007b.

FURUSHO-GARCIA, I. F. et al. Estudo alométrico dos cortes de cordeiros Santa Inês puros e cruzas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1416-1422, 2006.

FURUSHO-GARCIA, I. F. et al. Estudo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês puros e cruzas Santa Inês com Texel, Ile de France e Bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 2, p. 453-462, 2004b.

FURUSHO-GARCIA, I. F.; PEREIRA, I. G. Manejo de cruzamento na ovinocultura nas condições de Brasil In: ENCONTRO DE ZOOTECNIA DO NORTE DE MINAS, 3., 2007, Montes Claros. **Anais...** Montes Claros: UFMG-CCA, 2007a.

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

GERASSEV, L. C. et al. Efeitos da restrição pré e pós natal sobre o crescimento e o desempenho de cordeiros Santa Inês do desmame ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, p. 237-244, 2006.

GIBNEY, M. J. Fat in animal products: facts and perceptions . In: WOOD, J. D.; LAWRENCE, T. L. J. (Ed.). Safety and quality of food from animals. **British Society of Animal Production**, Edinburg, n. 17, p. 51-61, 1993.

GIESY, J. G. et al. Effects of calcium salts of conjugated linoleic acid (CLA) on estimated energy balance in Holstein cows early in lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, p. 74, 1999.

GILLE, G.; SIGLER, K. Oxidative stress and living cells. **Folia Microbiológica**, Praha, v. 40, p. 131-152, 1995.

GILLIS, M. H. et al. Effect of rumen-protected conjugated linoleic acid (CLA) or linoleic acid on leptin and CLA content of bovine adipose depots. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p.12, 2003.

GIVENS, D. I. The role of animal nutrition in improving the nutritive value of animal-derived foods in relation to chronic disease. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 64, n. 3, p. 395-402, Aug. 2005.

GLASER, K. R.; SCHEEDER, M. R. L.; WENK, C. Dietary C18:1 *trans* fatty acids increase conjugated linoleic acid in adipose tissue of pigs. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Greifswald, v. 102, p. 684-686, 2000.

GOMES, H. A. et al. Effect of gamma radiation on refrigerated mechanically deboned chicken meat quality. **Meat Science**, Toronto, v. 65, n. 2, p. 919-926, Oct. 2003.

GOVINDARAJAN, S.; HULTIN, H. O. Myoglobin oxidation in ground beef: mechanistic studies. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 42, p. 571-577, 1997.

GRAY, J. I. G. E. A.; BUCKLEY, D. J. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, Toronto, v. 43, p. 111-123, 1996. Supl.

GREER, G. G. et al. The effect of dietary vitamin E and controlled atmosphere packing on the storage life of beef. **Canadian Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 57-67, 1998

GRIINARI, J. M.; BAUMAN, D. E. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. In: YURAWECZ, M. P. et al. **Advances in conjugated linoleic acid research**. Champaign: AOCS, 1999. v. 1, p. 180-200.

GRIINARI, J. M.; CHOUINARD, P. Y.; BAUMAN, D. E. Trans fatty acid hypothesis of milk fat depression revised. In: PROC. Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf. Rochester: Ithaca: Cornell Universidad, 1997. p. 208-216.

GRIINARI, J. M. et al. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by $\Delta 9$ -desaturase. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, p. 2285-2291, 2000.

- GRIINARI, J. M. et al. Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 1251-1261, 1998.
- GRIINARI, J. M. et al. Variation of milk fat percentage is associated with a change in ruminal biohydrogenation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 117-118, 1999.
- GRUNDY, S. M. Monounsaturated fatty acids, plasma cholesterol, and coronary heart disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 45, p. 1168-1175, 1987. Supl.
- GRUNDY, S. M. Influence of stearic acid on cholesterol metabolism relative to other longchain **American Journal Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 60, p. 986-990, 1994. Supl.
- GUARDIOLA, F. et al. Biological effects of oxysterols: current status. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 34, p. 193-211, 1996.
- GURR, M. I. The nutritional significance of lipids. In: FOX, P. F. (Ed.). **Developments in dairy chemistry**. New York: Applied Science, 1983.
- HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. London: Chapman & Hall, 1988. p. 382-426.
- HA, Y. L.; GRIMM, N. K.; PARIZA, M. W. Newly recognized anticarcinogenic fatty acids: Identification and quantification in natural and processed cheeses. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 37, p. 75-81, 1989.
- HA, Y. L.; STORKSON, J. M.; PARIZA, M. W. Inhibition of benzo[a]pyrene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. **Cancer Research**, Baltimore, p. 1097-1101, 1990.
- HECKER, A. et al. Compositional and metabolic growth effects in the bovine - muscle, subcutaneous and serum fat classes. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 40, p. 140-143, 1975.
- HEDRICK, H. B. Methods of estimating live animal and carcass composition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 57, n. 5, p. 1316- 1326, May 1983.

HERTOG-MEISCHKE, M. J. A.; SMULDERS, F. J. M. H.; EIKELENBOOM, G. The effect of dietary vitamin e supplementation on drip loss of bovine *Longissimus lumborum*, *Psoas major* and *Semitendinosus* muscles. **Meat Science**, Toronto, v. 45, p. 153-160, 1997.

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

HOMEM-JUNIOR, A. C. et al. Grãos de girassol ou gordura protegida em dietas com alto concentrado e ganho compensatório de cordeiros em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 3, p. 563-571, 2010

HOPKINS, D. L.; THOMPSON, J. M. The degradation of myofibrillar proteins in beef and lamb meat using denaturing electrophoresis: an overview. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v. 13, n. 2, p. 81-102, June 2002.

HU, C. Y.; MERSMANN, H. J. Interaction of lipogenic substrates in porcine adipose tissue in vitro. **International Journal of Biochemistry**, Oxford, v. 23, p. 181-188, 1991.

HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S. M.; VASKE, L. **PH relationships to quality attributes: tenderness meat science reciprocation**. New York: Americam Meat Science Association, 2000. 4 p.

IGENE, J. O. et al. Influence of heme pigments, nitrite, and non-heme iron in development of warmed over flavor (WOF) in cooked meats. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 27, p. 838-842, 1979.

INSAUSTI, K. et al. Effect of weight at slaughter on the volatile compounds of cooked beef from Spanish cattle breeds. **Meat Science**, Toronto, v. 70, n. 1, p. 83- 90, 2005.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes (DRIs) for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids**. Washington: National Academy, 2002. Part 1.

IP, C. CLA and mammary cancer prevention research. In: **PERSPECTIVES on conjugated linoleic acid research - current status and future directions**. Maryland, 2002a.

IP, M. M.; MASSO-WELCH, P. A. CLA modulation of mammary stromal differentiation contributes to it's chemoprotective activity. In: PERSPECTIVES on conjugated linoleic acid research - current status and future directions. Maryland, 2002b.

ITO, R. H. **Desempenho e qualidade da carne de bovinos terminados em confinamento suplementados com óleo de soja e semente de linhaça.** 2005. 63 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Faculdade de Zootecnia, Maringá, 2005.

JAKOBSEN, M. U. et al. Intake of ruminant trans fatty acids and risk of coronary heart disease. **International Journal of Epidemiology**, London, v. 37, p. 173-182, 2008.

JENKINS, T. C. et al. Board-Invited review: recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **Journal of animal science**, Champaign, v. 86, p. 397-412, 2007.

JENKINS, T. C.; FELLNER, V.; MCGUFFEY, R. K. Monensin by fat interactions on *trans* fatty acids in cultures of mixed ruminal microorganisms grown in continuous fermentors fed corn or barley. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 324-330, 2003.

JENSEN, C. L. et al. Biochemical effects of dietary linoleic/-linolenic acid ratio in term infants. **Lipids**, Champaign, v. 31, p. 107-113, 1996.

JENSEN, C. L.; LAURIDSEN, C.; BERTELSEN, G. Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 9, p. 62-72, 1998.

JIANG, J.; WOLK, A.; VESSBY, B. Relation between the intake of milk fat and the occurrence of conjugated linoleic acid in human adipose tissue. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 70, p. 21-27, 1999.

JONES, D. F.; WEISS, W. P.; PALMQUIST, D. L. Short communication: influence of dietary tallow and fish oil on milk fat composition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, p. 2024-2026, 2000.

JUMP, D. B.; CLARKE, S. D. Regulation of gene expression by dietary fat. **Annual Reviews in Nutrition**, Palo Alto, v. 19, p. 63-90, 1999.

KANNER, J. Oxidative processes in meat and meat products: quality implications. **Meat Science**, Toronto, v. 36, n. 1/2, p. 169, Mar. 1994.

KARAKAYA, S.; E L, S. N.; TAS, A. A. Antioxidant activity of some foods containing phenolic compounds. **International Journal of Food Science and Nutrition**, London, v. 52, n. 6, p. 501-508, Nov. 2001.

KATAN, M. B. Effect of low-fat diets on plasma high-density lipoprotein concentrations. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 67, p. 573-576, 1998. Supl.

KAY, J. K. et al. Endogenous synthesis of *cis-9, trans-11* conjugated linoleic acid in dairy cows fed fresh pasture. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, p. 369-378, 2004.

KAZAMA, R. et al. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 2, p. 350-357, fev. 2008.

KEENEY, M. Lipid metabolism in the rumen. In: PHILLIPSON A. T. (Ed.). **Physiology of digestion and metabolism in the ruminant**. Newcastle: Oriel, 1970. p. 489-503.

KELLY, G. S. Conjugated linoleic acid: a review. **Alternative Medicine Review**, Saindpoint, v. 6, p. 367- 382, 2001.

KELLY, M. L. et al. Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 1630-1636, 1998.

KEMP, P.; LANDER, D. J. Hydrogenation in vitro of α -linoleic acid to stearic acid by mixed cultures of pure strains of rumen bacteria. **Journal of General Microbiology**, London, v. 130, p. 527-533, 1984.

KENNELLY, J. J. et al. Nutrition as a tool to alter milk composition. **Advances in Dairy Technology**, [S. l.], v. 17, p. 255, 2005.

KEYS, A. Coronary heart disease in seven countries. **Circulation**, Dallas, v. 41, p. 201-211, 1970.

KHANAL, R. C.; OLSON, K. C. Factors affecting Conjugated Linoleic Acid (CLA) content in milk, meat, and egg: a review. **Pakistan Journal of Nutrition**, Faisalabad, v. 3, n. 2, p. 82-98, 2004.

KING, D. A. et al. Positional distribution of fatty acids in triacylglycerols from subcutaneous adipose tissue of pigs fed diets enriched with conjugated linoleic acid, corn oil, or beef tallow. **Meat Science**, Toronto, v. 67, p. 675-681, 2005.

KING, J. W. et al. Fat and cholesterol content of beef patties as affected by supercritical CO₂ extraction. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 58, p. 950-958, 1993.

KIYOSAWA, H. et al. Effect of skim milk and yogurt on serum lipids and development of sudanophilic lesions in cholesterol-fed rabbits. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 40, p. 479-484, 1984.

KRAMER, J. K. G. et al. Rumenic acid: a proposed common name for the major conjugated linoleic acid isomer found in natural products. **Lipids**, Champaign, v. 33, p. 835, 1998.

KRIS-ETHERTON, P. M.; HARRIS, W. S.; APPEL, L. J. Fish consumption, fish oil: omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. **Circulation**, Dallas, v. 106, p. 2747-2757, 2002.

KRITCHEVSKY, D. CLA in experimental atherosclerosis. In: PERSPECTIVES on conjugated linoleic acid research: current status and future directions. Maryland: [s. n.], 2002.

KURTZ, F. E. The lipid of milk: composition and properties. In: WEBB, A. J. B.; ALFORD, J. A. (Ed.). **Fundamentals of dairy science**. [S. l.: s. n.], 1980.

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

LAHUCKY, R. et al. Effects of dietary vitamin E supplementation on α -tocopherol content and antioxidative status of beef muscles. **Czech Journal of Animal Science**, Champaign, v. 47, p. 381-386, 2002.

LANARI, M. C. et al. Effect of dietary vitamin E on pigment and lipid stability of frozen beef: a kinetic analysis. **Meat Science**, Toronto, v. 38, p. 3-15, 1994.

LARICK, D. K. et al. Volatile compound content and fatty acid composition of pork as influenced by linoleic acid content of the diet. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 1397-1403, 1992.

LAURIDSEN, C.; BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A. Influence of dietary fat and vitamin E supplementation on the α -tocopherol levels and fat acid profiles in chicken muscle membranal fractions and on susceptibility to lipid peroxidation. **Meat Science**, Toronto, v. 46, p. 9-22, 1997.

LAURIDSEN, C. et al. Influence of supranutritional vitamin E and copper on α -tocopherol deposition and susceptibility to lipid oxidation of porcine membranal fractions of m. *Psoas major* and *Longissimus dorsi*. **Meat Science**, Toronto, v. 54, p. 377-384, 2000.

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

LAWRIE, R. A. The conversion of muscle to meat. In: LAWRIE, R. A. **Lawrie's meat science**. 6. ed. Cambridge: Woodhead, 1998. p. 96-118.

LEAF, A.; WABER, P. C. A new era for science in nutrition. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 45, p.1048-1053, 1987.

LEE, L.; KRITCHEVSKY, D.; PARIZA, M. W. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. **Atherosclerosis**, Amsterdam, v. 108, p. 19-25, 1994.

LEE, M. R. F. et al. Effect of forage:concentrate ratio on ruminal metabolism and duodenal flow of fatty acids in beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, n. 1, p. 31- 40, Jan. 2006.

LEGRAND, P.; MOUROT, J. Le point sur les apports nutritionnels conseillés en acides gras, implications sur les lipides de la viande. In: JOURNÉES DES SCIENCES DU MUSCLE ET TECHNOLOGIES DE LA VIANDE, 9., 2003, Clermont-Ferrand. **Anais...** Clermont-Ferrand: [s. n.], 2003. 1 CD ROM.

LIEW, C.; SCHUT, H. A.; CHIN, S. F. Protection of conjugated linoleic acid against 2- amino-3-methylimidazol[4,5-f]quinolone-induced colon carcinogenesis in the f344 rat: A study of inhibitory mechanisms. **Carcinogenesis**, Oxford, v. 16, 3p. 037-3043, 1995.

LITTLE, A. C. Physical measurements as predictors of visual appearance. **Food Thecnology**, Chicago, v. 30, p.74, Oct. 1976.

LIU, K. L.; BELURY, M. A. Conjugated linoleic acid reduces arachidonic acid content and PGE2 synthesis in murine keratinocytes. **Cancer Letters**, Virginia, v.127, p. 15-22, 1998.

LIU, Q.; LANARI, M. C.; SCHAEFER, D. M. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 3131-3140, 1995.

LOCK, A. L.; GARNSWORTHY, P. C. Independent effects of dietary linoleic and linolenic fatty acids on the conjugated linoleic acid content of cows' milk. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 163- 176, 2002.

LOOR, J. J.; HERBEIN, J. H. Exogenous conjugated linoleic acid isomers reduce bovine milk fat concentration and yield by inhibiting de novo fatty acid synthesis. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 128, p. 2411-2419, 1998.

MA, D. W. et al. Conjugated linoleic acid in canadian dairy and beef products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 47, p. 1956-1960, 1999.

MACDONALD, H. B. Conjugated linoleic acid and disease prevention: a review of current knowledge. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 19, n. 2, p. 111–118, 2000.

MACEDO, F. A. F. **Desempenho e características de carcaça de cordeiros Corriedale e mestiços Bergamácia x Corriedale e Hampshire Down x Corriedale, terminados em pastagem e confinamento**. 1998. 72 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

MACIT, M. et al. Effects of vitamin E supplementation on fattening performance, non-carcass components and retail cut percentages, and meat quality traits of Awassi lambs. **Meat Science**, Toronto, v. 64, n. 1, p. 1-6, 2003.

MADRUGA, M. S. Qualidade química, sensorial e aromática da carne caprina e ovina: mitos e verdades. In: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPÉCIE CAPRINA, 8., 2004, Botucatu. **Anais...** São Paulo: UNESP, 2004. p. 215-234.

MADRUGA, M. S. et al. Características químicas e sensoriais de cortes comerciais de caprinos SRD e mestiços de Bôer. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 713-719, out./dez. 2005.

MADRUGA, M. S. et al. Castration and slaughter age effects on fat components of “Mestiço” goat meat. **Journal Small Ruminant Research**, Thessaloniki, v. 42, p. 77-82, 2001.

MADRUGA, M. S. et al. Castration and slaughter age effects on panel assessment and aroma compounds of the ‘mestiço’ goat meat. **Meat Science**, Toronto, v. 56, p. 117-125, 2000.

MADRUGA, S. M. Fatores que afetam a qualidade da carne caprina e ovina. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OVINOS E CAPRINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SINCORTE, 2003. 1 CD ROM.

MALAU-ADULI, A. E. O. et al. Comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. **Australian Journal of Agriculture Research**, Brisbane, v. 48, n. 5, p. 715-722, May 1997.

MANN, G. V.; SPOERRY, A. Studies of a surfactant and cholesterolemia in the Maasai. **American Journal Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 27, p. 464-469, 1974.

MANSO, T. et al. Effect of palm oil and calcium soaps of palm oil fatty acids in fattening diets on digestibility, performance and chemical body composition of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 127, n. 3/4, p.175-186, 2006.

MANTESE, D. G. F. **Avaliação da qualidade da carne bovina comercializada no município de Porto Alegre, RS**. 2004. 124 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MARKLEY, K. S. Nomenclature, classification and description of individual acids. In: _____. **Fatty acids - their chemistry, properties, production and uses**. New York: Interscience, 1960.

MARQUES, A. V. M. S. et al. Rendimento, composição tecidual e musculosidade da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis de feno de flor-de-seda na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 3, p. 610-617, 2007.

MARTIN, A. et al. **Apports nutritionnels conseillés pour la population Française**. Paris: Tec & Doc, 2001.p. 146-149.

MARTIN, S. A.; JENKINS, T. C. Factors affecting conjugated linoleic acid and *trans*-fatty acid 18:1 production by mixed ruminal bacteria. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 3347- 3352, 2002.

MARTÍNEZ-CEREZO, S. et al. Breed, slaughter weight and ageing time effects on consumer appraisal of three muscles of lamb. **Meat Science**, Toronto, v. 69, p. 795-805, 2005.

MATHIAS, S. P.; ROSENTHAL, A.; GASPAR, A. Alterações oxidativas (cor e lipídeos) em presunto de peru tratado por Alta Pressão Hidrostática (APH). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 4, p. 852-857, 2010.

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. 94 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

MCCLURE, E. K. et al. **Determination of appropriate vitamin E supplementation levels and administration times to ensure adequate muscle tissue α -tocopherol concentrations in cattle destined for the Nolan Ryan tender-aged beef program**. Fort Collins: Colorado State University, 2002.

MCDOWELL, L. R. et al. Vitamin E supplementation for the ruminant. **Animal Feed Science and Technology**, Oxford, v. 60, n. 3, p. 273-296, 1996.

MCGUIRE, M. K. et al. Conjugated linoleic acid concentrations of human milk and infant formula. **Nutrition Research**, New York, v. 17, p. 1277-1283, 1997.

MERSMANN, H. J. Lipolytic activity of porcine adipose tissue after preincubation. **Comparative Biochemistry and Physiology - B**, Oxford, v. 92, p. 493-499, 1989.

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

MIR, P. S. et al. Growth, carcass characteristics, muscle conjugated linoleic acid (CLA) content, and response to intravenous glucose challenge in high

percentage Wagyu, Wagyu Limousin, and Limousin steers fed sunflower oil-containing diets. **Journal of Animal Science**, Storrs, v. 80, p. 2996–3004, 2002.

MIR, Z. et al. Effect of dietary supplementation with either conjugated linoleic acid (CLA) or linoleic acid rich oil on the CLA content of lamb tissues. **Small Ruminant Research**, Thessaloniki, v. 36, p. 25-31, 2000.

MITSUMOTO, M. et al. Improvement of color and lipid stability in beef longissimus with dietary vitamin E and vitamin C dip treatment. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, p. 1489-1492, 1991b.

MITSUMOTO, M. et al. Vitamins E and C improve pigment and lipid stability in ground beef. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, p. 194-197, 1991a.

MOHRHAUER, H.; CHRISTIANSEN, K.; GAN, M. V. Chain elongation of linoleic acid and its inhibition by other fatty acids in vitro. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 242, p. 4507-4517, 1967.

MOLONEY, A. P. et al. Producing tender and flavoursome beef with enhanced nutritional characteristics. **Proceedings of the Nutrition Society**, London, v. 60, n. 05, p. 221-229, 2001.

MONAHAN, F. J. et al. Influence of diet on lipid oxidation and membrane structure in porcine muscle microsomes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 42, p. 59-63, 1994.

MOTTRAM, D. S. Meat. In: MAARSE, H. **Volatile compounds in foods and beverages**. New York: M. Dekker, 1991. p. 107-177.

MULLER, M. et al. Diferentes fontes de lipídeos sobre o desempenho e características da carcaça de novilhas de corte confinadas. **Journal Animal Science**, Storrs, v. 27, p. 131–137, 2005.

MULVIHILL, B. Ruminant meat as a source of conjugated linoleic acid (CLA) – review. **Nutrition Bulletin**, Cleveland, v. 26, p. 295-299, 2001.

NAKAZAWA, H.; GENKA, C.; FUJISHIMA, M. Pathological aspects of active oxygens free radicals. **Japanese Journal of Physiology**, Tokio, v. 46, p. 15-32, 1996.

NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH. **Nutrient recommendations**. 2002. Disponível em: <<http://dietarysupplements.info.nih.gov/>>. Acesso em: 23 mar. 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**: sheep, goats, cervids, and new world camelids. New York: National Academy, 2007. 384 p.

NELSON, M. L. et al. Effects of supplemental fat on growth performance and quality of beef from steers fed corn finishing diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 6, n. 4, p. 936-948, Apr. 2008.

NICOLOSI, R. J. et al. Effects of specific fatty acids (8:0, 14:0, cis-18:1) on plasma lipoproteins, early atherogenic potential, and LDL oxidative properties in the hamster. **Journal of Lipid Research**, Bethesda, v. 39, p. 1972-1980, 1998.

NUERNBERG, K. et al. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 94, n. 1/2, p. 137- 147, June 2005.

NURNBERG, K. et al. Effects of growth and breed on the fatty acid composition of the muscle lipids in cattle. **Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A**, Kioto, v. 208, p. 332-335, 1999.

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

NUTE, G. R. et al. Effect of dietary oil source on the flavour and the colour and lipid stability of lamb meat. **Meat Science**, Toronto, v. 76, n. 4, p. 715-720, 2007.

O'GRADY, M. N.; MONAHAN, E. J.; BRUNTON, N. P. Oxymyoglobin oxidation and lipid oxidation in bovine muscle - mechanistic studies. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 66, p. 386-392, 2001.

OLIVEIRA, R. L. et al. Ácido linoléico conjugado e perfil de ácidos graxos no músculo e na capa de gordura de novilhos bubalinos alimentados com diferentes fontes de lipídios. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 1, p. 169-178, fev. 2008.

OSADA, K. et al. Oxidation of cholesterol by heating. **Agriculture Food Chemistry**, p.1198-2002, 1993.

OSÓRIO, J. C. S. et al. Produção de carne em ovinos de cinco genótipos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, p. 477-481, 1996.

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

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M.T. M. Cadeia produtiva e comercial da carne de ovinos e caprinos – qualidade e importância dos cortes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OVINOS E CAPRINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SINCORTE, 2003. 1 CD ROM.

OSTROWSKA, E. et al. Dietary conjugated linoleic acids increase lean tissue and decrease fat deposition in growing pigs. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 129, p. 2037-2042, 1999.

PALMQUIST, D. L.; SANTORA, J. E. Endogenous synthesis of ruminic acid in rodents and humans. In: YURAWECZ, M. P. et al. **Advances in conjugated linoleic acid research**. Champaign: AOCS, 1999. v. 1, p. 201-208.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: EDUFF. 1993. v.1, 586 p.

PARIZA, M. W. Cla effects on adipocytes: mechanistic considerations. In: PERSPECTIVES on conjugated linoleic acid research-current status and future directions. Maryland: [s. n.], 2002.

PARIZA, M. W.; PARK, Y.; COOK, M. E. Mechanisms of action of conjugated linoleic acid: Evidence and speculation. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, Malden, v. 223, p. 8-13, 2000.

PARK, Y. et al. Effect of conjugated linoleic acid on body composition in mice. **Lipids**, Champaign, v. 32, p. 853-858, 1997.

PARK, Y.; PARIZA, M. W. Mechanisms of body fat modulation by conjugated linoleic acid (CLA). **Food Research International**, Barking, v. 40, n. 3, p. 311-323, Apr. 2007.

PARODI, P. W. Conjugated linoleic acid: an anticarcinogenic fatty acid present in milk fat. **Australian Journal of Dairy Technology**, Melbourne, v. 49, p. 93-97, 1994.

PARODI, P. W. Cow's milk fat components as potential anticarcinogenic agents. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 127, p. 1055-1060, 1997.

PEARSON, A. M.; LOVE, J. D.; SHORTLAND, F. B. "Warmed-over" Flavor in meat, poultry and fish. **Advances in Food Research**, New York, v. 23, p. 1-74, 1977.

PEREZ, J. R. O. Perspectivas da ovinocultura nas regiões sudeste e centro-oeste do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA, 2003. v.1, p. 243-262.

PIKUL, J. et al. Effects of frozen storage and cooking on lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 49, p. 838- 843, 1984.

PILAR, R. C. et al. Desempenho de cordeiros Merino Australiano e cruza Ile de France x Merino Australiano. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, p. 1652-1661, 2003. Edição especial.

PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M.; FRANCISCO, C. L. F. Composição química e rendimento da carne ovina in natura e assada. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, p. 154-157, dez. 2008. Supl.

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

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

POULSON, C. S. et al. Conjugated linoleic acid content of beef from cattle fed diets containing high grain, CLA, or raised on forages. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 91, n. 1/2, p.117-128, 2004.

PRIOLO, A. et al. Partially or totally replacing soybean meal and maize by chickpeas in lamb diets: intramuscular fatty acid composition. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 108, p. 215-221, 2003.

PURCHAS, R. W.; O'BRIEN, L. E.; PENDLETON, C. M. Some effects nutrition and castration on meat production from male Suffolk cross (Border Leicester-Romney cross) lambs. **Journal of Agricultural Research**, Lahore, v. 22, p. 375-383, 1979.

RAES, K. et al. Effect of linseed feeding at similar linoleic acid levels on the fatty acid composition of double-musled Belgian Blue young bulls. **Meat Science**, Toronto, v. 66, n. 2, p. 307-315, Feb. 2004a.

RAES, K.; SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat : a review. **Animal Feed Science and Technology**, Beltsville, v. 113, p. 199-221, 2004b.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

RAMSAY, T. G. et al. Dietary conjugated linoleic acid alters fatty acid composition of pig skeletal muscle and fat. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 67, p. 675-681, 2004.

REAVEN, G. M. Are triglycerides important as a risk factor for coronary disease? **Heart Disease and Stroke**, Dallas, v. 2, p. 44-48, 1993.

RHEE, K. S. Enzymic and non-enzymic catalysis of lipid oxidation in muscle foods. **Food Technology**, Chicago, v. 42, p. 127-132, 1988.

RIBEIRO, T. M. Características da carcaça e do lombo de cordeiros submetidos a diferentes sistemas de terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...Goiânia: SBZ**, 2005. 1 CD ROM.

ROÇA, R. O. **Modificações post-mortem**. Botucatu: FCA-UNESP, 2000. Artigo técnico. Disponível em: <<http://dgta.fca.unesp.br/carnes/Artigos%20Tecnicos/Roca105.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

ROSSELL, J. B. Analysis of oilseeds, fats and fatty foods. In: ROSSELL, J. L. R.; PRITCHARD, J. B. (Ed.). **Vegetable oils and fats**. London: Elsevier, 1991.

ROSSOUW, J. E.; BURGER, E. M.; VYVER, V. D. P. The effect of skim milk, yoghurt, and full cream milk on human serum lipids. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 34, p. 351-356, 1981.

ROTA, E. L. et al. Efeitos do cruzamento de carneiros da raça Texel com ovelhas Corriedale e Ideal sobre a qualidade da carne. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 4, p. 487-491, out./dez. 2004.

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

SALMINEN, I. et al. Dietary *trans* fatty acids increase conjugated linoleic acid levels in human serum. **Journal of Nutrition Biochemistry**, Lexington, v. 9, p. 93-98, 1998.

SALVATORI, G. et al. Fatty acid composition and cholesterol content of muscles as related to genotype and vitamin E treatment in crossbred lambs. **Meat Science**, Toronto, v. 67, n. 1, p. 45-55, 2004.

SAMPAIO, A. A. M.; BRITO, R. M.; CARVALHO, R. M. Comparação de sistemas de avaliação de dietas para bovinos no modelo de produção intensiva de carne. Confinamento de tourinhos jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 157-163, 2002.

SANDERS, S. K. et al. Vitamin E supplementation of cattle and shelf-life of beef for Japanese market. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 2634-2640, 1997.

SANTORA, J. E.; PALMQUIST, D. L.; ROEHRIG, K. L. *Trans*-vaccenic acid is desaturated to conjugated linoleic acid in mice. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, p. 208-215, 2000.

SANTOS, F. L. Efeito da suplementação de lipídeos na ração sobre a produção de Ácido Linoléico Conjugado (CLA) e na composição da gordura do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 6, p. 1931-1938, 2001.

SANTOS-SILVA, J. et al. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. fatty acid composition of meat. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 77, n. 23, p. 187-194, Nov. 2002.

SAÑUDO, M. E. et al. Fatty acid composition and sensory characteristics of lambs carcass from Britain and Spain. **Meat Science**, Toronto, v. 54, n. 4, p. 339-346, 2000.

SAS INSTITUTE. **SAS software**: changes and enhancement through release 9,0. Cary, 2004.

SCHAEFER, D. M. et al. Supranutritional administration of vitamins E and C improves oxidative stability of beef. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 125, p.1792-1798, 1995. Supl.

SCHMID, A. et al. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: a review. **Meat Science**, Toronto, v. 73, p. 29-41, 2006.

SCHULTE, S. et al. Safety assessment of conjugated linoleic acid (CLA) esters for the use as feed additive in pigs. In: PERSPECTIVES on conjugated linoleic acid research-current status and future directions. Maryland: [s. n.], 2002.

SCHWARZ, F. J. et al. Effect of vitamin E on α -tocopherol concentration in different tissues and oxidative stability of bull beef. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 56, p. 165-171, 1998.

SEMMA, M. Trans fatty acids: properties, benefits and risks. **Journal of Health Science**, Tokio, v. 48, p.7-13, 2002.

SERRANO, A. et al. Composition and physicochemical characteristics of restructured beef steaks containing walnuts as affected by cooking method. **Meat Science**, Toronto, v. 77, n. 3, p. 304-313, Nov. 2007.

SEVILLA, C. L.; BECKER, D.; SEVILLA, M. D. An electron spin resonance investigation of radical intermediates in cholesterol and related compounds: relation to solid-state autoxidation. **Journal of Physical Chemistry**, Washington, v. 90, p. 2963-2968, 1986.

SIGUEL, E. N.; MACLURE, M. Relative activity of unsaturated fatty acid metabolic pathways in humans. **Metabolism**, Baltimore, v. 36, p. 664-669, 1987.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.

SILVA, S. L. et al. Alterações nas características de carcaça de tourinhos Nelore, avaliadas por ultra som. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p. 607-612, fev. 2006.

SILVA SOBRINHO, A. G. et al. **Produção de carne ovina**. Jaboticabal: Funep, 2008. 228 p.

SIMOPOULOS, A. P. The importance of the ratio omega-6/omega-3 fatty acids. **Biomed Pharmacotherapy**, Paris, v. 56, p. 365-379, 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 quantitativos da carcaça, pH da carne e resultado econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, p. 844-848, 2001.

SMEDMAN, A. E. M. et al. Pentadecanoic acid in serum as a marker for intake of milk fat: Relations between intake of milk fat and metabolic risk factors. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 69, p. 22-29, 1999.

SMITH, L. L. **Cholesterol autoxidation**. New York: Plenum, 1981.

SPRECHER, H. Metabolism of highly unsaturated n-3 and n-6 fatty acids. **Biophysica Acta - Molecular and Cell Biology of Lipids**, 1486, 219-231, 2000.

STANGL, G. I.; MULLER, H.; KIRCHGESSNER, M. Conjugated linoleic acid effects on circulating hormones, metabolites and lipoproteins, and its proportion in fasting serum and erythrocyte membranes of swine. **European Journal of Nutrition**, Darmstadt, v. 38, p. 271-277, 1999.

STAPLES, C. Aumento da taxa de prenhez em vacas leiteiras através da suplementação com gordura. In: InterLeite. **Anais...** Uberlândia, MG: [s. n.], 2009. p. 91-103.

STEINBERG, D. et al. Beyond cholesterol. Modifications of low-density lipoprotein that increase its atherogenicity. **New England Journal of Medicine**, Westbury, v. 320, p. 915-924, 1989.

SUGANO, M. et al. Lymphatic recovery, tissue distribution, and metabolic effects of conjugated linoleic acid in rats. **Journal of Nutritional Biochemistry**, Stoneham, v. 8, p. 38-43, 1997.

SUGANO, M.; TSUJITA, A.; YAMASAKI, M. Conjugated linoleic acid modulates tissue levels of chemical mediators and immunoglobulins in rats. **Lipids**, Champaign, v. 33, p. 521-527, 1998.

TERRA, N. N.; CICHOSKI, A. J.; FREITAS, R. J. S. Valores de nitrito e TBARS durante o processamento e armazenamento da paleta suína curada, maturada e fermentada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 965-970, 2006.

TROEGELER-MEYNADIR, A. et al. Effects of pH and concentrations of linoleic acids on extent and intermediates of ruminal biohydrogenation *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 4054-4063, 2003.

TURPEINEN, A. T. et al. Bio-conversion of vaccenic acid to conjugated linoleic acid in humans. **American Journal Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 76, p. 504-510, 2002.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The Lancet**, Oxford, v. 338, p. 985-992, 1991.

URANO, F. S. et al. Desempenho e características da carcaça de cordeiros confinados alimentados com grão de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n.10, out. 2006.

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

VARELA, A. et al. Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of steers of the Rubia Gallega breed. **Meat Science**, Toronto, v. 67, n. 3, p. 515-522, 2004.

VASCONCELOS, P. M. B. **Guia prático do confinador**. São Paulo: Nobel, 1993. 226 p.

VIANA, J. G. A. Panorama geral da ovinocultura no mundo e no Brasil. **Revista Ovinos**, Porto Alegre, v. 4, n. 12, p. 44-47, 2008.

VIVIANI, R. et al. Studies on long chain fatty acids composition in rumen fluid during the development of ruminal function in the calf. **Zentralbl Veterinarmed A**, Berlin, v. 14, p. 833-844, 1967.

WATKINS, B.; HENNING, B.; TOBOREK, M. Dietary fat and health. In: HUI, Y. H. (Ed.). **Bailey's industrial oil and fat products**. New York: J. Wiley, 1996.

WEST, D. B.; DELANY, J. P.; CAMET, P. M. Effects of conjugated linoleic acid on body fat and energy metabolism in the mouse. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v. 275, p. 667-672, 1998.

WEST, D. B. et al. Conjugated linoleic acid persistently increases total energy expenditure in AKR/J mice without increasing uncoupling protein gene expression. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, p. 2471-2477, 2000.

WILLIAMS, C. M. Dietary fatty acids and human health-review article. **Annales de Zootechnie**, London, v. 49, p. 165-180, 2000.

WILLIAMS, S. N. et al. Vitamin E as an in situ post-mortem pigment and lipid stabilizer in beef. In: PACIFIC NORTHWEST REGIONAL ECONOMIC CONFERENCE, 27., 1993, Washington. **Proceedings...** Washington: University of Washington, 1993. p. 149.

WINNE, A. D.; DIRINCK, P. Studies on vitamin e and meat quality: effect of feeding high vitamin e levels to pigs on the sensory and keeping quality of cooked ham. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, New York, v. 45, p. 4309-4317, 1997.

WOLFF, R. L. Contribution of trans-18:1 acids from dairy fat to European diets. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 71, p. 277-283, 1994.

WONG, M. W. et al. Effects of dietary conjugated linoleic acid on lymphocyte function and growth of mammary tumors in mice. **Anticancer Research**, Athens, v. 17, p. 987-993, 1997.

WOOD, J. D. et al. Carcass composition in four sheep breeds: The importance of type of breed and stage of maturity. **Animal Production**, Washington, v. 30, p. 135-152, 1980.

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

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Diet, n utrition and the prevention of chronic diseases**. Geneva, 2003. (WHO Technical Report Series, 916).

YAMAMOTO, S. M. et al. Fontes de óleo vegetal na dieta de cordeiros em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 703-710, 2005.

YANG, L. et al. Oxidative stability of conjugated linoleic acid isomers. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, New York, v. 48, p. 3072-3076, 2002.

YOUNG, I. S.; MCENENY, J. Lipoprotein oxidation and atherosclerosis. **Biochemical Society Transactions**, London, v. 29, p. 358-362, 2001.

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

YURAWECZ, M. P.; MOREHOUSE, K. M. Silver-ion hplc of conjugated linoleic acid isomers. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Greifswald, v. 103, p. 609-613, 2001.

ZAMBELL, K. L.; KEIM, N. L.; LOAN, V. Conjugated linoleic acid supplementation in humans: Effects on body composition and energy expenditure. **Lipids**, Champaign, v. 35, p. 777-782, 2000.

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, 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, 2002.

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

ZOCK, P. L.; KATAN, M. B. Diet, LDL oxidation, and coronary artery disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 68, p. 759-760, 1998.