



IZAC LEOPOLDINO JÚNIOR

**LIPÍDEOS NA DIETA DE CORDEIROS DE
DIFERENTES CRUZAMENTOS PARA
PRODUÇÃO DE CARNE**

**LAVRAS - MG
2016**

IZAC LEOPOLDINO JÚNIOR

**LIPÍDEOS NA DIETA DE CORDEIROS DE DIFERENTES
CRUZAMENTOS PARA PRODUÇÃO DE CARNE**

Tese 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 Doutor.

Orientadora

Dra. Iraides Ferreira Furusho Garcia

Coorientadores

Dr. Juan Ramón Olalquiaga Pérez

Dra. Nadja Gomes Alves

LAVRAS - MG

2015

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Leopoldino Júnior, Izac .

Lípídeos na Dieta de Cordeiros de Diferentes Cruzamentos para
Produção de Carne / Izac Leopoldino Júnior. – Lavras: UFLA,
2016.

98 p.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador(a): Iraides Ferreira Furusho Garcia.

Bibliografia.

1. Ácido graxo. 2. Alimentação. 3. Genótipo. 4. Gordura
Protegida. 5. Ovinocultura. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

IZAC LEOPOLDINO JÚNIOR

**LIPÍDEOS NA DIETA DE CORDEIROS DE DIFERENTES
CRUZAMENTOS PARA PRODUÇÃO DE CARNE**

Tese 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 Doutor.

APROVADA em 29 de abril de 2015.

Dr. Idalmo Garcia Pereira	UFMG
Dr. Juan Ramón Olalquiaga Pérez	UFLA
Dr. Mateus Pies Gionbelli	UFLA
Dra. Sarita Bonagurio Gallo	USP

Dra. Iraides Ferreira Furusho Garcia
Orientadora

LAVRAS - MG
2015

À família Leopoldino.

OFEREÇO

*Aos meus pais, Izac Leopoldino e Maria Helena de Oliveira
Leopoldino*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela fé que tenho, por ter me dado “Serenidade” para aceitar as coisas, sabendo que eu podia mudar, “Coragem” para ter modificado tudo o que devia modificar e “Sabedoria” para conseguir reconhecer as diferenças que existem entre uma e outra. Com essa certeza de que Deus me ajuda, realizo esse grande sonho.

Agradeço a minha mãe, Maria Helena de Oliveira Leopoldino, a meu pai, Izac Leopoldino e as minhas irmãs, Ana Maria de Oliveira Leopoldino e Amanda Aparecida de Oliveira Leopoldino, pelo amor e confiança que têm por mim.

Agradeço a minha orientadora Iraides Ferreira Furusho Garcia, por tudo que fez por mim, pelos ensinamentos, amizade, compreensão e confiança. Ao professor Idalmo Garcia Pereira, por tanta ajuda, amizade e ensinamentos.

Agradeço ao professor Juan Ramon Olalquiaga Perez, por ter sido minha inspiração, por ter me motivado, pelo seu exemplo de ser: merecedor do respeito e da admiração de todos, pelos inumeráveis trabalhos em prol da ovinocultura.

Agradeço à professora Nadja, pela coorientação e pelas várias situações em que me ajudou muito.

Agradeço a todos os professores, em especial ao Marcos Neves, por tanto conhecimento transmitido.

Agradeço a todos os funcionários da UFLA, em especial ao Márcio do laboratório do DZO, por tanta ajuda e auxílio.

Agradeço a CAPES, pelo financiamento da minha formação.

Agradeço ao Silas, irmão que não tive, por tudo que fez e faz para me ajudar.

Agradeço ao Carlos Alberto de Carvalho, Luiz Flávio Mesquita de Carvalho, Tiago Mesquita de Carvalho e a toda sua família, pela confiança e

amizade. Nunca me esquecerei da noite de Natal que passamos juntos. Vocês são um belo exemplo de família. Em especial ao “Seu Carlos”, por disponibilizar a fazenda, os animais e tudo que foi necessário para a realização desta pesquisa. Não tenho palavras para expressar minha gratidão. É admirável como pessoa, muito inteligente, trabalhador, simples e tem um coração bom demais!

Agradeço ao Peroba, Cafú, Paula, Hélio e a todos os funcionários das fazendas Cafua e Bela Vista, pela amizade, compreensão e ajuda.

Agradeço ao Paulo, Elicias, Felipe, Daniel, Letícia, Isabela, Mateus, Joane, Pedro, Ellen e todos os integrantes do GAO, pela enorme ajuda.

Agradeço à Tharcila, pelo apoio, compromisso e ajuda na execução desse experimento. Lembro-me dos “perrengues” que passamos nas idas e vindas da cidade à fazenda. Muitas vezes de madrugada ou tarde da noite.

Agradeço a todos os meus tios e tias, primos e primas e a toda família do Antônio Nestor de Oliveira e Zilá de Oliveira e Xisto Lázaro Leopoldino e Ana Maria Leopoldino, meus avós (IN MEMORIA). Em especial à tia Domitildes de Oliveira.

Agradeço aos ovinocultores Rogério, Gilson, Maurício, Rodrigo, Ashidani e Carlos Alberto Picorelli, pelo apoio e amizade.

A TODOS QUE ME AJUDARAM E QUE NÃO MENCIONEI AQUI.

MUITO OBRIGADO!

*"Lembre-se de Deus em tudo o que fizer,
e Ele lhe mostrará o caminho certo".*

Pe 3,6

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, concluído em dezembro de 2002.

Foi sócio e gerente administrativo da fazenda Monte Alegre, na atividade de produção de leite, de janeiro de 2003 a janeiro de 2005.

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. Iniciou criação própria de ovinos em dezembro de 2006. 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, , onde foi bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, obtendo o título de Mestre em ciências, em maio de 2011. 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

Objetivou-se avaliar o uso de gordura protegida na dieta de terminação de cordeiros de cinco grupos genéticos e seus efeitos sobre: o desempenho, composição química da carne e o perfil de ácidos graxos na fração lipídica do músculo. Foram avaliadas duas dietas, que foram distribuídas aleatoriamente para os cordeiros, uma foi o controle e a outra com 5,4% de GP em substituição ao fubá de milho, ambas com 85,1% de concentrado e 14,9% de volumoso. Foram confinados 75 cordeiros com peso inicial de $25,8 \pm 3,50$ kg até atingirem o peso de abate de $44,0 \pm 2,76$ kg. Dos cinco grupos genéticos, um foi Santa Inês puro e os outros quatro foram oriundos do cruzamento de ovelhas Santa Inês com carneiros Black Dorper; White Dorper; Texel; e Lacaune. O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 2 (cinco grupos genéticos e duas dietas). No modelo estatístico, foi avaliado o efeito da interação entre os dois fatores. Os cordeiros cruzados Texel x Santa Inês ganharam 307 gramas de peso/dia, sendo o ganho superior entre todos os grupos genéticos, enquanto os cordeiros cruzados White Dorper x Santa Inês ganharam 256 gramas de peso/dia, sendo o ganho inferior entre todos os grupos genéticos ($P=0,01$). A inclusão de gordura protegida na dieta elevou o consumo de matéria seca ($P=0,06$), de extrato etéreo ($P<0,01$) e de proteína bruta ($P<0,01$). Os pesos e rendimentos de carcaça, assim como os cortes da carcaça não foram afetados ($P>0,05$) pelos fatores avaliados. A gordura interna (mesentérica e omental) foi maior ($P<0,01$) nos cordeiros que receberam gordura protegida. A composição química da carne não foi alterada ($P>0,05$) pelos fatores avaliados. A proporção de ácidos graxos saturados na fração lipídica da carne dos cordeiros de todos os grupos genéticos foram maiores quando a gordura protegida foi incluída na dieta. A inclusão de gordura protegida na dieta reduziu os teores do ácido linoleico conjugado (CLA) C18:2c9t11 na carne dos cordeiros cruzados Texel x Santa Inês, Lacaune x Santa Inês e Santa Inês puro. Porém, esse efeito não foi observado nos cordeiros cruzados Black Dorper x Santa Inês e White Dorper x Santa Inês ($P=0,07$). Enquanto os teores do CLA C18:2t10c12 foram maiores quando a gordura protegida foi incluída na dieta, apenas nos cordeiros cruzados Black Dorper x Santa Inês e White Dorper x Santa Inês ($p=0,04$). Considerando que as carnes, com menores proporções de ácidos graxos saturados e maiores do CLA C18:2c9t11 são as desejáveis pelos consumidores, a substituição de 5,4% de fubá de milho por 5,4% de gordura protegida, em dieta de terminação com alta proporção de concentrado não é vantajosa, pelo menos nos cordeiros cruzados Texel x Santa Inês, Lacaune x Santa Inês e Santa Inês puro.

Palavras-chave: Ácido graxo. Alimentação. Genótipo. Gordura protegida. Ovinocultura.

ABSTRACT

The aim was to evaluate the use of protected fat (PF) in the finishing diet of lambs from five genetic groups and its effect on: performance, chemical composition of meat and fatty acid profile of the muscle lipids. Two diets were evaluated, which were distributed randomly for the lambs, one was the control and the other with 5.4% PF replacing corn meal, both with 85.1% concentrate and 14.9% forage. In this study, 75 lambs with initial weight of 25.8 ± 3.50 kg were confined until they reached slaughter weight of 44.0 ± 2.76 kg. Of the five genetic groups, one was Santa Inês pure and the other four were from the crossing of Santa Inês sheeps with Black Dorper; White Dorper; Texel; and Lacaune rams. It was used a completely randomized design in a factorial 5 x 2 (five genetic groups and two diets). With the statistical model, it was evaluated the effects of the interaction between the two factors. The crossbred Texel x Santa Inês lambs gained 307 grams / day, being the top gain among all genetic groups, while crossbred White Dorper x Santa Inês lambs gained 256 grams / day, with the lower gain among all genetic groups ($P = 0.01$). The inclusion of protected fat in the diet increased the dry matter ($P = 0.06$), ether extract ($P < 0.01$) and crude protein ($P < 0.01$) intake. Weights and carcass yield, as well as the carcass cuts were not affected ($P > 0.05$) by the evaluated factors. The internal fat (mesenteric and omental) was higher ($P < 0.01$) in lambs receiving protected fat. The chemical composition of meat was not affected ($P > 0.05$) by the evaluated factors. The proportion of saturated fatty acids in the lipid fraction of meat from lambs of all genetic groups was higher when the protected fat was included in the diet. The inclusion of protected fat in the diet reduced the levels of conjugated linoleic acid (CLA) C18: 2c9t11 in meat from crossbred Texel x Santa Inês, Lacaune x Santa Inês and Santa Inês pure lambs. However, this effect was not observed in the crossbred Black Dorper x Santa Inês and White Dorper x Santa Inês lambs ($P = 0.07$). While the levels of CLA C18: 2t10c12 were higher only in crossbred Black Dorper x Santa Inês and White Dorper x Santa Inês lambs ($p = 0.04$) when the protected fat was included in the diet. Since meat with minor proportions of saturated fatty acids and higher proportions of CLA C18: 2c9t11 is desirable by consumers, replacing 5.4% corn flour by 5.4% protected fat in finishing diet with high concentrate is not advantageous for crossbred Texel x Santa Inês, Lacaune x Santa Inês and Santa Inês pure lambs.

Keywords: Fatty acid. Feeding. Genotype. Protected fat. Lambproduction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Evolução do efetivo de ovinos de 2008 a 2013 no Brasil.....	18
Figura 2	Produção de carne ovina de 2008 a 2013 no Brasil.....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Distribuição do número de animais usados no experimento dos grupos genéticos Black Dorper x Santa Inês (BD), White Dorper x Santa Inês (WD), Texel x Santa Inês (TE), Lacaune x Santa Inês (LA) e Santa Inês (SI) nas dietas experimentais.....	34
Tabela 2	Composição de ingredientes e nutrientes das dietas experimentais.....	35
Tabela 3	Porcentagem de cada ácido graxo da fração lipídica das dietas experimentais.....	36
Tabela 4	Valores médios para idade ao abate, tempo no experimento (Tempo), peso final (PF), consumo de dieta na matéria seca (CMS), consumo de extrato etéreo (CEE), consumo de proteína bruta (CPB), ganho de peso diário (GPD) médio e conversão alimentar (CA) média em função dos grupos genéticos (GG) e da dieta.....	44
Tabela 5	Valores médios para peso ao abate, peso e rendimento das carcaças quente e fria (CQ e CF), porcentagem de perda por resfriamento (% perda peso), área de olho de lombo (AOL) e a porcentagem de cada corte em relação ao peso da carcaça fria em função dos grupos genéticos(GG) e da dieta.....	50
Tabela 6	Valores médios para o peso das gorduras (G) interna, renal, inguinal, pélvica, espessura de gordura subcutânea (EGS) e o peso do fígado em função dos grupos genéticos (GG), da dieta, da interação desses dois fatores.....	51
Tabela 7	Valores médios da composição química do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiros em função dos grupos genéticos (GG) da dieta e interação desses dois fatores.....	54
Tabela 8	Somatório dos principais ácidos graxos do músculo <i>Longissimus Dorsi</i> de cordeiros em função dos grupos genéticos (GG), da dieta e interação desses dois fatores.....	56
Tabela 9	Percentual dos 10 ácidos graxos, com mais de 1%, no músculo <i>Longissimus Dorsi</i> de cordeiros em função dos grupos genéticos(GG), da dieta, da interação desses dois fatores.....	60
Tabela 10	Atividade estimada das enzimas dessaturases 16 e 18 ($\Delta 9 - 16$ e 18) e alongase do músculo <i>Longissimus Dorsi</i> de cordeiros em função dos grupos genéticos (GG), da dieta, da interação desses dois fatores.....	66

Tabela 11	Somatório dos ômega três e seis ($\sum \Omega 3$ e 6), a relação ômega seis/três ($\Omega 6/\Omega 3$) e os ácidos graxos da série dos ômega do músculo <i>Longissimus Dorsi</i> de cordeiros em função dos grupos genéticos(GG), da dieta, da interação desses dois fatores.....	67
Tabela 12	Ácidos graxos desejáveis (AGD), índice de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) e do músculo <i>Longissimus Dorsi</i> de cordeiros em função dos grupos genéticos (GG), da dieta, da interação desses dois fatores.....	71
Tabela 13	Percentual dos CLA C18:2 c9 t11 e C18:2 t10c12 no músculo <i>Longissimus Dorsi</i> de cordeiros em função dos grupos genéticos(GG), da dieta, da interação desses dois fatores.....	72
Tabela 14	Percentual dos CLA C18:2 c9 t11 e C18:2 t10c12 no músculo <i>Longissimus Dorsi</i> de cordeiros em função da interação dos grupos genéticos(GG) com a dieta.....	73
Tabela 15	Percentual dos ácidos graxos com número ímpar de carbono no músculo <i>Longissimus Dorsi</i> de cordeiros em função dos grupos genéticos (GG), da dieta, da interação desses dois fatores.....	76

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	Utilização de lipídeos na dieta	20
2.2	Uso de cruzamentos na terminação de cordeiros	29
3	MATERIAL E MÉTODOS	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5	CONCLUSÃO	79
	REFERÊNCIAS	80

1 INTRODUÇÃO

O limitante para o crescimento da produção ovina está, entre outros fatores, na falta de aplicação de tecnologias adequadas para a produção dentro das fazendas, que vão desde os manejos nutricionais sanitários até o melhoramento genético ou definição da melhor genética para a produção. Essa escolha deve ser embasada levando-se em consideração a eficiência no desempenho e a qualidade da carne.

Uma ferramenta interessante para atender às exigências do consumidor quanto ao perfil de ácidos graxos da carne e ao mesmo tempo não comprometer o desempenho dos animais, é o uso de lipídeos na dieta. Hoje, muito mais do que uma fonte de energia, os ácidos graxos são utilizados em dietas, como tentativa de manipular o metabolismo. Eles podem interferir na expressão de várias enzimas, carreadores, sítios de absorção, dentre outros, modificando, por exemplo, o perfil de ácidos graxos depositados na carne, ou o secretado no leite (PERFIELD II, 2007).

No caso de ruminantes, as modificações e metabolismo dos ácidos graxos começam no rúmen, quando ocorre biohidrogenação. Com isso, o perfil de ácidos graxos que sai do rúmen é diferente do perfil de ácidos graxos que entra no rúmen. Assumindo pH do rúmen constante, com mesma rota metabólica, não haverá diferença no perfil de ácidos graxos para absorção, pois os produtos da biohidrogenação serão os mesmos. A gordura protegida é uma fonte de ácidos graxos para ser usada em dietas, capaz de modificar o perfil de ácidos graxos que normalmente saem do rúmen. Após sair do rúmen, uma série de enzimas e substâncias atua para permitir a absorção nos enterócitos do intestino delgado.

Associado às diferenças no perfil de ácidos graxos disponível para absorção, existe a possibilidade de que as diferenças genéticas entre os animais

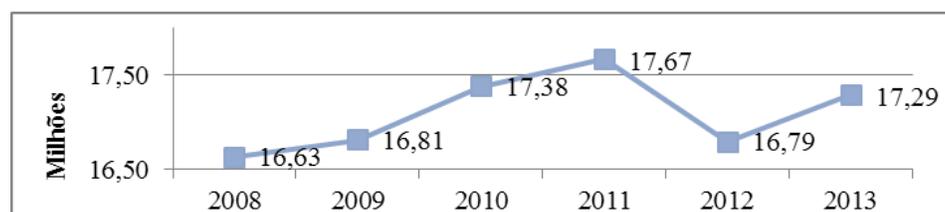
podem modificar as exigências nutricionais, de ácidos graxos específicos, podendo ser capaz de alterar o consumo, ganho de peso, conversão alimentar, composição química da carne, perfil de ácidos graxos depositado no músculo, índice de aterogenicidade e trombogenicidade da carne e atividade estimada de algumas enzimas envolvidas em transformações de ácidos graxos no músculo.

Com o trabalho objetiva-se avaliar o uso de gordura protegida na dieta de cordeiros de cinco grupos genéticos confinados em fase de terminação, destinados à produção de carne, sobre o desempenho e características da carcaça e o perfil de ácidos graxos da carne.

2 REVISÃO DE LITERATURA

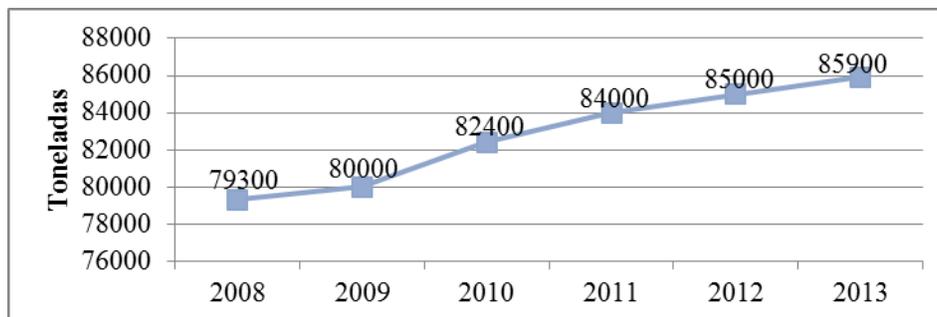
Segundo dados mais recentes da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação - FAO (2013), o rebanho efetivo de ovinos no Brasil corresponde a cerca de 17,29 milhões de cabeças, representando, aproximadamente, 1,5% do rebanho mundial. O recorde foi atingido em 1991, de 20,13 milhões de cabeças. Apesar de ter ocorrido uma redução, desde 2003, tem havido uma recuperação do rebanho ovino, impulsionada pelo consumo crescente dessa carne (ZEN; SANTOS; MONTEIRO, 2014). A Figura 1 ilustra a evolução do efetivo de ovinos no Brasil nos últimos cinco anos.

Figura 1 Evolução do efetivo de ovinos de 2008 a 2013 no Brasil



Fonte: FAO (2015)

De 2008 a 2013, a produção de carne ovina no Brasil, que era de 79.300 milhões de toneladas, passou para 85.900 milhões de toneladas (Figura 2), um crescimento de 8,32% em 5 anos segundo a FAO (2015). A divulgação das qualidades típicas da carne ovina, como o seu sabor e valor nutritivo, promoveu um aumento considerável no consumo desse produto em regiões do Brasil que tradicionalmente não a consumiam, o que gerou um crescimento da demanda (COUTO, 2003).

Figura 2 Produção de carne ovina de 2008 a 2013 no Brasil

Fonte: FAO (2015)

Contudo, por questão de organização da cadeia, a produção brasileira de ovinos ainda não é capaz de atender à demanda do mercado nacional com eficiência e qualidade. Um dos maiores problemas está relacionado à falta de uma oferta constante, o que dificulta a estruturação de todo o setor, incluindo a formação de escalas de abate. O que faz com que o Brasil necessite importar carne ovina (ZEN; SANTOS; MONTEIRO, 2014).

Outra questão é a configuração de pequenos rebanhos, o que dificulta ou impossibilita a formação de lotes de cordeiros que justifiquem o frete até os abatedouros. Além da baixa qualidade de grande parte dos animais, o que faz com que os frigoríficos não os adquiram, ou que proponham um baixo preço por estes (RAINERI; SANTOS; GAMEIRO, 2014). Uma maior eficiência zootécnica que abranja as diferentes regiões do país, buscando padronização e qualidade do produto oferecido para atender à demanda, pode ser o primeiro passo para o crescimento da atividade.

A importância da eficiência zootécnica, aliada a uma produção sustentável, é um dos caminhos a serem seguidos para o crescimento da atividade. Em outras palavras, o animal deve ter um desempenho eficiente em todas as fases da criação, sendo o mais lucrativo possível para o produtor (MOULIN, 2012). Para exemplificar, um ovino de 50 kg de peso vivo e um ciclo produtivo de nove

meses, produz 20 kg de carne, necessitando para isso, aproximadamente, 500 kg de dieta em matéria seca. Enquanto que um ruminante de 500 kg de peso vivo e um ciclo produtivo de 40 meses produz 250 kg de carne, necessitando para isso, aproximadamente, 22.000 kg de dieta em matéria seca. Comparando os animais, constatamos que o animal menor consome 25 kg de matéria seca/kg de carne produzida, enquanto o animal maior consome 88 kg de matéria seca/kg de carne produzida. Logo, o animal menor e de ciclo produtivo curto produz mais com menos, ou seja, menos hectares de terra para a produção de insumos serão necessários para ter a mesma produção de carne vermelha. Além disso, a eficiência apresentada pelos ovinos pode ser destaque, visto que a produção de carne cresce rumo à diversificação e melhor qualidade das carnes ofertadas (RODRIGUES et al., 2004). Assim sendo, há um grande potencial a ser explorado na busca de produtos que os consumidores cada vez exigem mais em um mundo globalizado.

A divulgação no Brasil das qualidades típicas da carne ovina, pelo seu sabor e valor nutritivo, promoveu um aumento considerável no consumo destes produtos em regiões não tradicionais (COUTO, 2003). Logo, ações que contribuam para o aumento da produção de cordeiros no Brasil se tornam necessárias e urgentes, pois o país tem potencial, inclusive, para ser exportador (MADRUGA et al., 2005).

2.1 Utilização de lipídeos na dieta

Os ingredientes da dieta podem interferir na qualidade da carne e em outras características como o peso, o rendimento da carcaça e dos cortes comerciais, sendo este último de extrema importância para medir a capacidade do animal em produzir carne (ALVES et al., 2003).

A utilização de lipídios na dieta dos ruminantes em sistema de confinamento pode trazer benefícios, principalmente devido a sua alta densidade

energética com baixo incremento calórico. De acordo com Grainger, Clarke e Eckard (2008), o lipídeo tem efeito positivo na eficiência energética, pois não promove perda de energia pela produção de metano ou energia urinária. Segundo Martin (2008), além do benefício ao meio ambiente como estratégia de mitigação da emissão de metano, proporciona também importante benefício à nutrição animal. A inclusão de fontes de lipídeos na dieta pode, ou não, comprometer o desempenho do animal, pois ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa, livres, são potencialmente tóxicos aos micro-organismos ruminais, prejudicando principalmente as dietas com altas proporções de fibra (GIBB et al., 2005). Levando em consideração que os ácidos graxos insaturados podem afetar a fermentação ruminal, uma maneira de contornar esse fato é o uso de "lipídeos protegidos", os quais não são totalmente utilizados pelos micro-organismos do rúmen, passando para o intestino delgado, diminuindo o efeito negativo da gordura e, conseqüentemente, não exercendo grandes prejuízos sobre a degradabilidade da fibra (MULLER et al., 2005).

Algumas pesquisas conduzidas no Brasil, com cordeiros alimentados com gordura protegida sugerem que, a utilização desta para produção de carne melhora o desempenho animal e as características de carcaça (FERNANDES et al., 2011; FURUSHO-GARCIA et al., 2010; PINTO et al. 2011; SOARES et al. 2012). Fernandes et al. (2011) observaram que uso de gordura protegida na dieta de cordeiros Santa Inês em terminação proporciona melhor desempenho, (no ganho de peso diário os resultados foram 240 g na dieta com gordura protegida x 160 g na dieta controle, na conversão alimentar os resultados foram 4,06 na dieta com gordura protegida x 6,40 na dieta controle) e carcaças mais pesadas sem interferir na qualidade da carne. (Os resultados para os pesos das carcaças foram 18,7 kg na dieta com gordura protegida x 16,2 kg na dieta controle; os resultados para o rendimento de carcaça foram 50,1% na dieta com gordura protegida x 47,4% na dieta controle).

No rúmen ocorre lipólise para liberação dos ácidos graxos contidos nos lipídeos complexos da planta, seguido por biohidrogenação para converter os ácidos graxos insaturados em produtos lipídicos saturados (JENKINS, 2013). A biohidrogenação do ácido linoleico começa com a conversão em ácido linoleico conjugado (CLA). As duplas ligações do ácido linoleico são separadas por duas ligações simples e o CLA, o é por uma. Enzimas bacterianas deslocam uma ligação dupla do ácido linoleico (JENKINS, 2013). Muitos CLA são produzidos no rúmen e isso depende do substrato: quando o substrato é o ácido linoleico, produz-se o C18:2 c9t11 (BAUMAN; LOCK, 2006). Como a biohidrogenação continua mais átomos de hidrogênio são incorporados a esses intermediários, produzindo mais ácidos graxos trans com uma ligação dupla. No passo final da biohidrogenação essa última ligação dupla é removida, produzindo o ácido esteárico (JENKINS, 2013). Os ácidos graxos trans se diferem dos ácidos graxos cis, na colocação dos átomos de hidrogênio essa diferença que parece pequena, faz diferenças significativas em suas propriedades metabólicas (JENKINS, 2013).

A gordura protegida consiste em uma fonte de ácidos graxos insaturados, normalmente contendo na composição os ácidos linoleico e linolênico. A principal vantagem de se utilizar a gordura protegida 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 em quantidade necessária, e a sua obtenção pela alimentação pode ser dificultada, pois, grandes quantidades desses ácidos essenciais, normalmente, são modificados no rúmen (AFERRI, 2003).

Segundo Ferreira et al. (2009) as gorduras protegidas são as fontes lipídicas que têm apresentado melhores resultados, tanto para características produtivas como reprodutivas, e por isso têm sido bastante recomendadas e usadas pelos nutricionistas. Os mesmos autores descrevem que as gorduras protegidas

não prejudicam o consumo dos nutrientes, não causam redução na digestibilidade dos ruminantes, tendo também melhor aproveitamento pelo animal.

A gordura protegida é obtida a partir de ácidos graxos de cadeia longa que ficam livres em um processo de cisão dos triglicerídeos de óleos vegetais, em que os ácidos graxos reagem com sais de cálcio unidos na forma de um sal, popularmente conhecido como sabão cálcico (COSTA, 2008). Segundo o mesmo autor, os sabões de cálcio, por ser um produto altamente estável em água e temperatura, somente são digeridos no organismo animal em meio ácido.

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 desdobramento do sabão de cálcio, com a liberação dos ácidos graxos e íons de cálcio para o intestino, quando então serão absorvidos e levados pela corrente sanguínea. O termo “gordura protegida” é mais aplicável a fontes de gorduras capazes de resistir à biohidrogenação e, portanto, modificar o perfil de ácidos graxos dos tecidos (JENKINS, 2013).

Além de prejudicar a fermentação ruminal, os ácidos graxos insaturados podem deprimir o consumo. A vantagem de se aumentar a densidade energética da dieta se perde, se houver perda de consumo. Dentre os fatores que explicam esse efeito dos ácidos graxos inibirem o consumo, Allen (2000) cita a redução da motilidade e aceitabilidade, liberação de hormônios no intestino e oxidação lipídica no fígado. A Colecistoquinina (CHOI; PALMQUIST, 1996), glucagon e peptídeo 1 (BENSON; REYNOLDS, 2001) e peptídeo YY (HOLST, 2000) têm sido associados à redução dos padrões de consumo aos animais alimentados com gordura na dieta.

Em trabalho com infusão abomasal de ácidos graxos, verificou-se que os ácidos graxos insaturados causam maior depressão de consumo do que os ácidos graxos saturados (BREMNER et al., 1998; DRACKLEY et al., 1992). Em outro

trabalho, verificou-se que os ácidos graxos livres causam maior depressão de consumo do que os triglicerídeos (LITHERLAND et al., 2005). Fatores dietéticos que aumentem as taxas de biohidrogenação e consequentemente diminuem o fluxo de ácidos graxos insaturados para o intestino, podem ajudar a manter o consumo normal dos animais (JENKINS, 2013).

O controle nutricional do perfil de ácidos graxos pode ter como objetivo melhorar o desempenho dos animais ou aumentar a concentração de ácidos graxos que possuem efeitos benéficos à saúde dos seres humanos (JENKINS, 2013).

Os lipídeos constituem o componente mais variável da carne, oscilando sua proporção conforme a espécie, raça, sexo, manejo, alimentação, região anatômica, idade do animal e, até mesmo, o clima (MATURANO, 2003). 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 CLA na carne bovina podem resultar na produção de alimento de melhor qualidade para o consumo humano segundo Kazama et al. (2008) e pode servir de ferramenta para a promoção da carne bovina pela indústria frigorífica (LADEIRA; OLIVEIRA, 2007).

O pH do rúmen é o principal fator que influencia a formação de CLA e C18:1 trans durante a biohidrogenação (MARTIN; JENKINS, 2002). Em experimento com incubação de líquido ruminal por 24 horas, no pH abaixo de 6,0, as quantidade dos produtos da biohidrogenação foram sempre menores do que em pH 7,0 (TROEGELER-MEYNADIER et al., 2003). Pequenas quantidades de CLA a pH 6,0 podem ser devido à uma baixa atividade de isomerase ou à elevada atividade de redutase. Em outro experimento os mesmos autores verificaram que um pH baixo (pH 6,0) resultou em menor quantidade de C18:1 tras-11 em comparação com um pH mais elevado (pH 7,0), mas a concentração de C18:1

trans-10 foi superior. Um pH baixo inibe isomerização inicial e a segunda redução (C18:1 trans-11 em ácido esteárico), levando a um acúmulo de C18:1 trans-11 em culturas de rúmen (TROEGELER-MEYNADIER et al., 2006). Choi et al. (2005) relataram que o CLA cis-9 trans-11 é produzido por bactérias do rúmen em pH maior do que 6,2, enquanto que a produção do CLA trans-10 cis-12 é maior em pH menor. A explicação foi a maior tolerância dessas bactérias produtoras do CLA trans-10 cis-12 ao pH ácido.

A redução do pH ruminal pode afetar as bactérias celulolíticas segundo Qiu et al. (2004) e o crescimento e metabolismo de fungos do rúmen (JENKINS, 2013). Em cultura de fungos do rúmen, o pH 6,5 foi ótimo para a biohidrogenação e o pH 7,0 foi o melhor para a produção de CLA por fungos no rúmen (NAM; GARNSWORTHY, 2007).

Quantidades elevadas de ácido esteárico foram produzidas na biohidrogenação quando culturas foram inoculadas com baixa concentração de ácido linoleico. Com aumento da concentração desse ácido nas culturas, a conversão em ácido esteárico diminuiu (POLÁN; MCNEILL; TOVE, 1964).

Em outro experimento, Harfoot, Noble e Moore (1973) descobriram que inoculação de até 1,0 mg de ácido linoleico / ml de conteúdo do rúmen produziu o ácido esteárico como produto final primário. Quando essa inoculação foi maior, 1,0 mg / ml de conteúdo, produziu o C18:1 trans como produto final primário.

Troegeler-Meynadier et al. (2006) confirmaram que alta concentração de ácido linoleico inibe a redução de CLA em C18:1 trans e este em ácido esteárico, dessa forma aumenta a concentração de CLA no rúmen. No entanto, alta concentração de ácido linolênico inibiu a isomerização do ácido linoleico, a qual levou à menor concentração de CLA e maior de C18:1 trans no rúmen.

O CLA C18:2 trans10 cis12, deprime a gordura do leite (PERFIELD II et al., 2007; SAEBO et al., 2005), podendo chegar a uma redução de 42% e 48%

no teor e produção total de gordura do leite respectivamente (BAUMGARD et al., 2000). Os mesmos pesquisadores descobriram que esse CLA diminui a atividade lipogênica em 82%, e que ele é produzido numa condição anormal da fermentação ruminal. A atividade de oxidação do acetato em dióxido de carbono foi reduzida em 61% em vacas leiteiras quando o CLA $\text{tras}_{10}\text{cis}_{12}$ foi inoculado no abomaso. Associado a isso, a expressão do RNAm de todas as enzimas medidas no estudo diminuíram de 39 a 54% sua atividade após dosagem do CLA $\text{tras}_{10}\text{cis}_{12}$. Esses resultados sugerem que o CLA $\text{tras}_{10}\text{cis}_{12}$ reduzem a síntese de gordura no leite, por diminuir a atividade de enzimas, por meio de inibição da expressão do gene, afetando a síntese de ácidos graxos, a absorção e transporte (JENKINS, 2013).

Os produtos derivados de ruminantes são os que possuem os maiores teores de CLAs, considerados de efeito benéfico à saúde humana, sendo que estes são formados por bactérias ruminais durante o processo de biohidrogenação ruminal ou pela ação da Δ^9 -dessaturase a partir do ácido vacênico nos tecidos (AHARONI et al., 2005; BAUMAN et al., 1999; DUNSHEA et al., 2005; MIR et al., 2000; NUTE et al., 2007). Sun et al. (2009) relatam que a alta atividade da Δ^9 -dessaturase está associada ao aumento de C18:2 C9T11 (ácido rumênico), principal CLA na carne. Segundo Palmquist, St. Pierre e McClure (2004), cerca de 87% do ácido rumênico presente nos tecidos resulta da dessaturação endógena pela estearoil-CoA dessaturase.

Já é de conhecimento no meio científico que o perfil de ácidos graxos na carne pode ser influenciado pela dieta a qual o animal é submetido (LORENZ et al., 2002; SCOLLAN et al., 2001). Estudos sugerem que é possível aumentar deposição de CLA nos produtos de ruminantes elevando-se o conteúdo de determinados ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs) pela adição de óleos vegetais na dieta (SHINGFIELD et al., 2006). A alimentação dos animais com dietas ricas em amido proporciona um aumento da insulina plasmática e

consequentemente na lipogênese e na atividade da Δ^9 -dessaturase (SINCLAIR, 2007). A inclusão de fontes de ácido graxos 18:3 n-3 (Ω 3) na dieta de cordeiro pode aumentar a concentração de PUFA's na carne (BESSA et al., 2007; COOPER et al., 2004). Além de aumentar os PUFA's, pesquisas indicam que essas fontes podem também incrementar os CLAs nas carnes de cordeiros (NOCI et al., 2007).

Entre os ácidos graxos saturados, os ácidos mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) ganham grande importância, por altas concentrações 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). O ácido esteárico (C18:0) que, embora seja saturado, é neutro, tem menos implicações no perfil lipídico, uma vez que pode ser convertido a oleico (C18:1) no organismo (GRUNDY, 1994).

Dentre os ácidos graxos poli-insaturados, os ácidos da série Ω 6 (linoleico, C18:2) e Ω 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 segundo Park e 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 Δ^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 (LEOPOLDINO JÚNIOR, 2011; MADRUGA et al., 2004).

Segundo Malau-Aduli et al. (1997), 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 por 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, 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 ácidos graxos poli-insaturados, enquanto a Δ^9 dessaturase atua na síntese dos ácidos graxos monoinsaturados (MALAU-ADULI et al., 1997). Os ácidos graxos das séries Ω 6 e Ω 3 competem pelas mesmas enzimas envolvidas nas reações de dessaturação e alongação, sendo que essas enzimas têm maior afinidade pelos Ω 3 (PERINI et al., 2010).

Nos mamíferos, os ácidos graxos de até 16 átomos de carbono (ácido palmítico, 16:0) são sintetizados pela enzima ácido graxo sintase (EAGS), pela síntese *de novo*, em quatro etapas. Inicia-se 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; WESTERBERG; JACOBSSON, 2006).

Das consequências dos lipídeos da carne sobre a saúde de quem consome, as doenças cardiovasculares estão entre as maiores preocupações.

Segundo Costa (2008), o desenvolvimento dessas doenças é resultado de dois processos: a aterogênese e a trombogênese. Enquanto a aterogênese depende, principalmente, da interação entre as lipoproteínas e o endotélio vascular, envolvendo as plaquetas, os monócitos e fatores hemostáticos, a formação do trombo ocorre apenas quando existe lesão endotelial (COSTA, 2008). De acordo com Ulbricht e Southgate (1991), é possível, conhecendo-se o perfil de ácidos graxos da carne, gerar os índices de aterogenicidade e trombogenicidade como indicador para o risco de doenças cardiovasculares. O índice de aterogenicidade relaciona os ácidos graxos 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).

Conforme abordado anteriormente, para a produção de carne ovina de forma eficiente e com qualidade, diversos fatores estão envolvidos. Entre eles o foco do presente estudo, que envolve o fornecimento de ingrediente energético na dieta, no caso lipídeos, que possa alterar aspectos para garantir produção e qualidade adequada do produto.

2.2 Uso de cruzamentos na terminação de cordeiros

Mesmo trabalhando com a hipótese de que o fornecimento de fonte de lipídeos como a gordura protegida possa trazer esses benefícios, deve ser levado em consideração que, de acordo com o potencial genético do animal, as expressões desses benefícios pode ser diferenciada.

Segundo Sainz (1996) a composição e a qualidade da carcaça são características importantes para estabelecer cruzamentos de raças paternas especializadas para carne com matrizes adaptadas. Assim, o conhecimento dos

efeitos de diferentes raças sobre a progênie permite orientar a produção comercial de carne ovina com a utilização de cruzamentos. O uso de um sistema de cruzamentos estimula a diferenciação entre cordeiro e animais mais velhos, e os animais cruzados exibem heterose e complementação de genes por aproveitar características das duas raças envolvidas no cruzamento (HAMMOND; GRASER; MCDONALD, 1992). Além de influências sobre o desempenho e características de carcaça, de acordo com Hopkins et al. (2011), há evidências claras de genes importantes influenciando características como maciez e gordura intramuscular, e segundo os mesmos autores, seus mecanismos de ação e efeitos merecem demais atenção, assim como, merecem mais estudos, o desempenho de reprodutores selecionados para altíssimas produções tendo como descendentes animais que irão exigir mais da alimentação.

Em experimento avaliando três grupos genéticos, Santa Inês, Morada Nova e Dorper x Santa Inês, confinados com dietas de dois níveis energéticos, 2,5 e 3,0 Mcal de energia metabolizável/kg de matéria seca, Batista (2008) não encontrou efeito da interação do grupo genético com as dietas. No entanto, encontrou teor de 74,56% de umidade e 22,49% de proteína bruta na carne dos cordeiros Morada Nova e nos cordeiros do grupo genético Dorper x Santa Inês, esses valores foram de 73,85% de umidade e 23,14% de proteína bruta ($P < 0,05$). Além disso, a dieta com 3,0 Mcal de energia metabolizável/kg de matéria seca apresentou valores de 74,14; 22,75; 2,21 e 0,83 % de umidade, proteína bruta, gordura e cinzas respectivamente.

Na ovinocultura, uma das formas mais utilizadas pelos criadores para incrementar a produção de carne é o uso de cruzamentos entre raças (FURUSHO-GARCIA; LEOPOLDINO JÚNIOR, 2011). A adoção de cruzamento pode reduzir os custos de produção, contribuindo com aumento da uniformidade e favorecendo o marketing da carne (SHERSTHA; FAHMY, 2005). Contudo, apesar da opção pelo cruzamento ser uma alternativa que faz

vislumbrar incremento na pecuária ovina, segundo Kosgey et al. (2006), é difícil propor critérios bem definidos devido à diversidade dos fazendeiros e das circunstâncias da produção nos trópicos. Segundo Viana, (2008), o Brasil possui 15,5 milhões de cabeças ovinas distribuídas por todo o país, porém, concentradas em grande número no estado do Rio Grande do Sul e na região nordeste. A criação ovina no Rio Grande do Sul é baseada em ovinos de raças de carne, laneiras e mistas, adaptadas ao clima subtropical, onde se obtém o produto lã e carne. Na região nordeste os ovinos pertencem a raças deslanadas, adaptadas ao clima tropical, as quais apresentam alta rusticidade e produzem carne e peles (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2005). Destaca-se também o crescimento da criação ovina nos Estados de São Paulo e Paraná e na região centro oeste, regiões de grande potencial para a produção da carne ovina (VIANA, 2008). No Brasil temos a raça Santa Inês como raça nativa e de grande importância, principalmente devido à adaptabilidade. Dentre as raças especializadas mais usadas nos cruzamentos destacam-se o Dorper, White Dorper, Texel e Lacaune. Esta última com aptidão mista para carne e leite.

Apesar da prática do cruzamento aumentar o desempenho individual dos animais e até melhorar a produtividade de alguns sistemas de produção, um dos maiores entraves é oferecer condições ambientais adequadas para que as gerações resultantes dos cruzamentos manifestem seu potencial genético (FURUSHO-GARCIA; PEREIRA, 2007). Embora a maioria dos pesquisadores afirme, a exemplo de Santana, Neiva e Oliveira (2004), que os animais cruzados apresentam maior peso ao abate quando comparados com Santa Inês puro. Foi observado em um experimento avaliando cordeiros do grupo genético Black Dorper x Santa Inês e Santa Inês puro, alimentados com duas dietas, sem e com gordura protegida, que os cordeiros Santa Inês tiveram um bom potencial

genético e apresentaram peso vivo ao abate superior em relação aos cruzados (MOULIN, 2012).

Preocupações com o efeito de gordura animal na saúde humana e o desperdício na limpeza de gordura da carne levam consumidores a rejeitar carnes que acreditam ser muito gordurosas (WOODWARD; WHEELLOCK, 1990). A partir da manipulação de vários fatores da produção, como genética e alimentação, é possível conseguir uma carne com menor teor de gordura e melhor em relação a composição de ácidos graxos, sem comprometer o desempenho dos animais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de campo foi conduzido na Fazenda Cafua no município de Ijaci - MG. As coordenadas geográficas são de 21° 10' 11" de latitude sul e 44° 58' 37" de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 934m e declividade de 0,84% no sentido norte-sul e de 12%, no sentido leste-oeste. As análises bromatológicas das amostras de dieta e do músculo *Longissimus dorsi* foram feitas na Universidade Federal de Lavras - UFLA utilizando as seguintes infraestruturas: Laboratório de Nutrição Animal (DZO) e Laboratório de Qualidade e Processamento da Carne (DEA). As análises para determinação de perfil de ácidos graxos foram realizadas no laboratório de Crescimento e Nutrição Animal da Escola Superior da Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ em Piracicaba-SP.

Foram utilizados animais oriundos do rebanho ovino da Fazenda Cafua e setor de ovinos da UFLA. Ovelhas da raça Santa Inês foram acasaladas com reprodutores das raças Santa Inês (SI), Black Dorper (BD), White Dorper (WD), Texel (T) e Lacaune (L), com o objetivo de produção de cordeiros respectivamente dos seguintes grupos genéticos: SI puros, e animais cruzados (F1) BD x SI, WD x SI, T x SI e L x SI. Dos cordeiros machos nascidos desses acasalamentos foram utilizados 75 animais para o presente trabalho.

Após desmame e confinamento em grupo com dieta padrão da propriedade, os cordeiros iniciaram o experimento com peso médio de $25,8 \pm 0,83$ kg e idade de 108 ± 18 dias, sendo confinados individualmente em gaiolas com $1,3\text{m}^2$ de área, contendo cochos e bebedouros individuais. As dietas experimentais foram distribuídas aleatoriamente, iniciando pela dieta controle, ou seja, o primeiro cordeiro, de cada grupo genético, que atingiu o peso vivo de 25 kg, recebeu a dieta controle, o segundo cordeiro, de cada grupo genético, que atingiu o peso vivo de 25 kg, recebeu a dieta com gordura protegida, e assim sucessivamente.

Tabela 1 Distribuição do número de animais usados no experimento dos grupos genéticos Black Dorper x Santa Inês (BD), White Dorper x Santa Inês (WD), Texel x Santa Inês (TE), Lacaune x Santa Inês (LA) e Santa Inês (SI) nas dietas experimentais

Dieta	Grupo genético				
	BD	WD	TE	LA	SI
Controle	9	6	7	6	5
GP ¹	9	9	11	7	6
N=75	18	15	18	13	11

¹ dieta com inclusão de 5,4% de gordura protegida.

As dietas experimentais foram balanceadas para o atendimento das exigências nutricionais de cordeiros em crescimento, na fase de terminação, de maturação precoce, de 30 kg de peso vivo médio, e com ganhos de pesos diários médios de 250g/dia, em que prevê um consumo de 3,54% em relação ao peso vivo, 12,0% de proteína bruta e 3,04 Mcal de energia metabolizável/dia (NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC, 2007). A gordura protegida (sabão de cálcio) foi fonte de lipídeo a ser testada. As composições percentuais de ingredientes e de nutrientes das duas dietas experimentais estão representadas na Tabela 2. Os níveis de garantia da gordura protegida utilizada foram de 82% de extrato etéreo e 9,0% de cálcio, informação do fabricante.

Tabela 2 Composição de ingredientes e nutrientes das dietas experimentais

Ingrediente (%)	Dieta Controle	Dieta fonte de gordura
Feno de Aveia	12,3	12,3
Casca de café	2,50	2,50
Premix Mineral vitamínico ¹	0,90	0,90
Calcário ²	1,70	0,30
Farelo de soja	12,7	13,7
Milho	69,8	64,8
Gordura protegida ³	0,00	5,40
Rumensin®/ionóforo ⁴	20g/100kg dieta	20g/100kg dieta
Nutriente		
MS (%) ⁵	90,3	90,7
PB (%) ⁵	12,1	12,4
EE (%) ⁵	2,76	8,11
EM (kcal/kg) ⁶	2,94	3,15
Ca (%)	0,80	0,80
P (%)	0,45	0,44
FDN (%)	21,4	20,9

¹Produto comercial para atendimento das exigências de cordeiros em crescimento; ²Calcário com 34% de cálcio; ³Sabão de cálcio; ⁴ Manejo profilático da Fazenda; ⁵ Resultado de laboratório de acordo com metodologia da AOAC. ⁶ Energia metabolizável estimada de acordo com o NRC (2007), em que a energia metabolizável é igual a energia digestível x 0,82.

A partir do confinamento individual dos animais com o fornecimento das dietas experimentais, dez dias de adaptação às condições experimentais foram considerados para ajustes de consumo. Do início ao fim do período experimental, a dieta foi oferecida duas vezes ao dia, pesando-se diariamente a quantidade fornecida e as sobras, prevendo-se uma sobra diária de 20% para permitir um consumo *ad libitum*.

De cada uma das dietas experimentais e das amostras compostas das sobras foram determinadas as composições de matéria seca, proteína e extrato etéreo, segundo metodologias descritas pela *Association of Analytical Chemists* - AOAC (2006). Em função dos sabões de cálcio proteger os ácidos graxos da

extração com éter, para a análise do extrato etéreo da dieta com gordura protegida, foi feita uma hidrólise ácida antes, para posteriormente fazer a extração dos lipídeos com éter (AOAC, 2006).

A partir da composição das dietas fornecidas e das sobras, associada com as quantidades diárias, por diferença, foi possível determinar os consumos de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e de extrato etéreo (EE), os quais foram expressos em kg/dia e em percentual do peso vivo.

Após extração e quantificação do teor de extrato etéreo (AOAC, 2006), uma análise qualitativa do perfil de ácidos graxos dessa fração lipídica das dietas foi feita segundo metodologia de French et al. (2000). As composições em ácidos graxos das dietas experimentais estão representadas na Tabela 3.

Tabela 3 Percentagem de cada ácido graxo da fração lipídica das dietas experimentais

	Ácido graxo (%)	Controle		Gordura protegida	
		% no EE	% na dieta	% no EE	% na dieta
1	C4:0	0,013	0,00	0,000	0,00
2	C6:0	0,231	0,01	0,557	0,05
3	C8:0	0,043	0,00	0,186	0,02
4	C10:0	0,004	0,00	0,088	0,01
5	C10:1	0,005	0,00	0,000	0,00
6	C11:0	0,003	0,00	0,000	0,00
7	C12:0	0,036	0,00	1,220	0,10
8	C13:0 isso	0,117	0,00	0,074	0,01
9	C13:0 anteiso	0,013	0,00	0,006	0,00
10	C12:1	0,041	0,00	0,000	0,00
11	C13:0	0,000	0,00	0,013	0,00
12	C14:0 isso	0,104	0,00	0,000	0,00
13	C14:0	0,147	0,00	0,664	0,05
14	C15:0 isso	0,133	0,00	0,023	0,00
15	C15:0 anteiso	0,013	0,00	0,002	0,00

Continuação...

16	C14:1c9	0,001	0,00	0,008	0,00
17	C15:0	0,038	0,00	0,049	0,00
18	C16:0 isso	0,000	0,00	0,000	0,00
19	C16:0	16,058	0,44	22,337	1,81
20	C17:0 isso	0,003	0,00	0,072	0,01
21	C16:1c9	0,180	0,00	0,225	0,02
22	C17:0	0,189	0,01	0,086	0,01
23	C17:1	0,024	0,00	0,023	0,00
24	C18:0	2,202	0,06	5,153	0,42
25	C18:1trans	0,076	0,00	2,923	0,24
26	C18:1c9	29,204	0,81	23,887	1,94
27	C18:1c11	2,372	0,07	2,058	0,17
28	C18:1c12	0,902	0,02	1,184	0,10
29	C18:1c13	0,511	0,01	0,561	0,05
30	C18:1t16	0,085	0,00	0,000	0,00
31	C18:1c15	0,036	0,00	0,000	0,00
32	C18:2c9c12	40,120	1,11	31,516	2,56
33	C18:3n6	0,000	0,00	0,226	0,02
34	C20:0	0,364	0,01	0,142	0,01
35	C18:3n3	0,000	0,00	3,014	0,24
36	C20:1	4,797	0,13	0,923	0,07
37	C18:2c9t11	0,000	0,00	0,000	0,00
38	C18:2t10c12	0,000	0,00	0,000	0,00
39	C21:0	0,006	0,00	0,000	0,00
40	C20:2	0,103	0,00	0,028	0,00
41	C20:3n6	0,003	0,00	0,000	0,00
42	C22:0	0,258	0,01	0,452	0,04
43	C20:3n3	0,000	0,00	0,000	0,00
44	C20:4n6	0,000	0,00	0,000	0,00
45	C22:1n9	0,005	0,00	0,000	0,00
46	C23:0	0,029	0,00	0,040	0,00
47	C22:2	0,000	0,00	0,001	0,00
48	C20:5n3	0,091	0,00	0,002	0,00
49	C24:0	0,310	0,01	0,460	0,04
50	C24:1	0,003	0,00	0,008	0,00

Continuação...

51	C22:5	0,000	0,00	0,000	0,00
52	C22:6n3	0,003	0,00	0,001	0,00
53	\sum AGMI ¹	38,240	1,06	31,800	2,58
54	\sum AGPI ²	40,320	1,11	34,790	2,82
55	\sum AGI ³	78,560	2,17	66,590	5,40
56	\sum AGS ⁴	20,310	0,56	31,620	2,56

¹ Ácido graxo monoinsaturado; ² Ácido graxo poli-insaturado; ³ Ácido graxo insaturado; ⁴ Ácido graxo saturado.

Ao longo do ensaio, os cordeiros foram pesados semanalmente até atingirem $44,1 \pm 0,94$ kg de peso vivo médio, quando então foram destinados ao abate em frigorífico da região com serviço de inspeção federal (SIF), sendo realizado de acordo com normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (BRASIL, 2000). Em anexo desta tese, se encontra o certificado do comitê de ética da Universidade Federal de Lavras, aprovando às atividades do projeto. Um dia antes do abate e antes do jejum foi feita análise tomada a partir da leitura no animal vivo por ultrassonografia, da área de olho de lombo (AOL) e da espessura da gordura subcutânea (EGS), do lado esquerdo, entre a 12^a e 13^a costela do animal. A obtenção do ganho de peso diário médio, em kg/dia, pela diferença do peso final e inicial dividida pelo número de dias do experimento, e em percentual do peso vivo tomado a medida de ganho diário e relacionado com o peso corporal médio. A conversão alimentar foi estimada relacionando o ganho peso corporal com o consumo de matéria seca. Além das medidas de consumo e ganho, foram avaliados também a idade de abate e o tempo do animal para atingir o peso médio de abate, em dias.

Para o abate, os animais foram pesados um dia antes, para tomada do peso corporal antes do jejum (PAJ). Posteriormente, após jejum de alimentação sólida de 16 horas, os animais foram novamente pesados para tomada do peso corporal com jejum (PCJ), sendo a diferença entre PAJ e PCJ a perda de peso durante o jejum. Após abate e evisceração, os conteúdos do trato digestório

foram pesados, e a diferença entre esse e o PCJ permitiu estimar o peso do corpo vazio. Os componentes não carcaça foram todos pesados individualmente, e para o presente estudo, foram considerados as proporções do somatório dos depósitos de gordura mesentérica e omental, denominadas neste trabalho de gordura interna, o fígado e os depósitos de gordura perirrenal, inguinal e pélvica.

Após obtenção da carcaça a mesma foi pesada e esse peso relacionado com o PCJ permitiu determinação do rendimento da carcaça quente. Em torno de 6 horas após o abate, em temperatura ambiente, a carcaça foi conduzida para resfriamento em câmara fria, por 24 horas, à temperatura entre 4 a 6 °C. Após resfriamento foi tomado o peso da carcaça, o qual relacionado ao PCJ permitiu obtenção do rendimento da carcaça fria.

A carcaça fria foi subdividida longitudinalmente em duas metades, sendo que da metade esquerda foram realizados os seguintes cortes comerciais conforme descrição de Santos (2001): pescoço (antes de subdividi-la), paleta, carré, lombo, peito/fralda e perna. Retirou-se a picanha da perna, que foi discutida neste estudo como pernil (perna sem picanha). Para este estudo, os braços posteriores e anteriores não foram considerados. Esses cortes foram pesados e relacionados ao peso do corpo vazio para obtenção da proporção dos mesmos.

Logo após obtenção do lombo, amostras do *Longísimus dorsi* foram armazenadas em freezer, acondicionadas em papel alumínio. Posteriormente, essas amostras foram destinadas às análises laboratoriais. A determinação da umidade, teor de cinzas, proteína bruta e extrato etéreo foram de acordo com a AOAC (2006). A composição dos ácidos graxos foi realizada segundo metodologia de French et al. (2000). E a extração foi feita de acordo com a metodologia de Hara e Radin (1987). 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 *Longísimus dorsi* após a extração de todos os lipídeos que fazem parte do músculo (gordura intramuscular, fosfolipídios e vitaminas lipossolúveis).

Após os resultados dos percentuais de cada ácido graxo, foram geradas médias do somatório dos ácidos graxos saturados, insaturados, monoinsaturados, poli-insaturados, ácidos graxos das famílias dos Ω , CLA e ácidos graxos com 18 carbonos em função do número de ligações duplas. Também foram geradas médias das relações dos somatórios dos ácidos graxos insaturados, mono e poli-insaturado sobre o somatório dos ácidos graxos saturados. O valor médio da relação entre somatório dos Ω 6 e o somatório dos Ω 3 também foi estimado.

As atividades das enzimas Δ 9-dessaturases e elongases no músculo foram estimadas conforme descritas por Malau-Aduli et al. (1997), por meio de índices matemáticos:

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

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

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

Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade foram estimados de acordo com Ulbricht e Southgate (1991), como indicador para o risco de doenças cardiovasculares:

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

$$\text{Trombogenicidade: } [C12:0 + C16:0 + C18:0]/(0,5x\text{AGMI})+(0,5x \ \Omega 6)+(3x \ \Omega 3)+(\Omega 3/ \ \Omega 6)$$

O índice ácidos graxos desejáveis (AGD) foi estimado de acordo com Banskalieva, Sahlu e Goetsch (2000), que consiste no somatório de todos os ácidos graxos insaturados mais o ácido graxo esteárico ou C18:0.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 5, sendo duas dietas (controle e com gordura protegida) e cinco grupos genéticos (Tabela 1), com um total de 75 unidades experimentais (cordeiro). Pelo fato dos cordeiros dos diferentes grupos genéticos apresentarem diferentes taxas de crescimento fez necessário incluir como covariáveis no modelo estatístico os efeitos de peso e idade no início do experimento. Portanto, os dados de desempenho, carcaça e teores de ácidos graxos na carcaça foram analisados de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ijklm} = \mu + D_i + G_j + (DG)_{ij} + b_1 (P_k - \bar{P}_k) + b_2 (I_l - \bar{I}_l) + e_{ijklm}$$

Em que y_{ijklm} representa o valor observado para cada variável; μ é uma constante geral presente em todas as observações; D_i é o efeito da dieta i ; G_j é o efeito do grupo genético j ; $(DG)_{ij}$ é o efeito da interação entre a dieta i e o grupo genético j ; b_1 é o coeficiente de regressão linear do peso do cordeiro no início do experimento sobre a variável y ; P_k é o peso k no início do experimento; \bar{P}_k é a média do peso no início do experimento; b_2 é o coeficiente de regressão linear da idade do cordeiro no início do experimento sobre a variável y ; I_l é a idade l do cordeiro no início do experimento; \bar{I}_l é a média da idade no início do experimento; e_{ijklm} é o erro associado a cada observação suposto, normalmente, distribuído e independente, com média zero e variância σ^2 .

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSES SYSTEMS), em que as análises de variâncias foram realizadas pelo procedimento GLM e os resíduos foram testados quanto à normalidade pelo procedimento UNIVARIATE NORMAL, considerando o teste

de Shapiro & Wilk (se aceita H_0 , $P > 0,05$; sendo H_0 a hipótese de normalidade). As médias de quadrados mínimos das variáveis foram obtidas para todos os efeitos classificatórios do modelo, sendo que a comparação pelo teste de Tukey ajustado ($P < 0,05$) ocorreu após considerar o teste F protegido ($P < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se verificou efeito ($P < 0,05$) da inclusão de 5,4% de gordura protegida e interação com o grupo genético, sobre o ganho de peso diário (Tabela 4). Esses resultados estão de acordo com Haddad e Younis (2004) que não detectaram diferenças no ganho de peso de cordeiros consumindo dietas com alta proporção de concentrado com ou sem a inclusão de gordura protegida. No entanto, segundo Homem Júnior et al. (2010) a utilização na dieta de gordura protegida no período de confinamento de cordeiros, reduz o ganho de peso e piora a conversão alimentar, apesar de não alterar as características de carcaça dos cordeiros, esses resultados não foram explicados pelos autores.

Quando se avança no processo de melhoramento animal as necessidades nutricionais tornam-se mais elevadas, traduzindo-se em maiores ganhos de peso e melhor peso ao abate, segundo Ortiz (2011), e dietas de maiores níveis energéticos proporcionam maior ganho de peso diário (ARAUJO FILHO et al., 2010). Huang, Schoonmaker e Oren (2009) relatam que a suplementação com gordura protegida, além de proporcionar o aumento da energia, melhora a eficiência alimentar, o desempenho animal e conseqüentemente incrementa a produção de carne.

Tabela 4 Valores médios para idade ao abate, tempo no experimento (Tempo), peso final (PF), consumo de dieta na matéria seca (CMS), consumo de extrato etéreo (CEE), consumo de proteína bruta (CPB), ganho de peso diário (GPD) médio e conversão alimentar (CA) média em função dos grupos genéticos (GG) e da dieta

Variável	Dieta ¹		Grupo genético ²					Pr>F ³		
	CON	GP	BD	WD	TE	LA	SI	Dieta	GG	DxGG
GPD (g/dia)	283 ± 10	288 ± 10	294 ^{ab} ± 10	256 ^b ± 10	307 ^a ± 10	296 ^{ab} ± 10	275 ^{ab} ± 10	0,625	0,012	0,983
CMS (kg/dia)	1,14 ± 0,02	1,20 ± 0,02	1,21 ^a ± 0,03	1,08 ^b ± 0,03	1,17 ^{ab} ± 0,03	1,24 ^a ± 0,04	1,16 ^{ab} ± 0,04	0,062	0,033	0,476
CEE (g/dia)	31,4 ± 1,7	97,4 ± 1,4	66,8 ± 2,1	60,0 ± 2,4	63,5 ± 2,3	67,5 ± 2,6	64,3 ± 3,1	<,001	0,221	0,555
CPB (g/dia)	138 ± 3	149 ± 2	148 ^a ± 4	133 ^b ± 4	144 ^{ab} ± 4	152 ^a ± 4	142 ^{ab} ± 5	0,008	0,035	0,488
CA	3,95 ± 0,13	4,09 ± 0,12	4,02 ± 0,16	4,18 ± 0,19	3,70 ± 0,18	4,09 ± 0,20	4,12 ± 0,24	0,415	0,396	0,832
Idade (dias)	174 ± 2	173 ± 2	173 ^{ab} ± 2	179 ^a ± 3	168 ^b ± 3	172 ^{ab} ± 3	178 ^{ab} ± 4	0,737	0,060	0,990
Tempo (dias)	69,3 ± 2,1	68,3 ± 1,7	67,6 ^{ab} ± 2,5	74,1 ^a ± 2,9	62,7 ^b ± 2,8	66,8 ^{ab} ± 3,1	72,6 ^{ab} ± 3,7	0,737	0,060	0,990
PF (kg)	44,4 ± 0,3	43,9 ± 0,2	44,4 ± 0,3	43,9 ± 0,4	43,8 ± 0,3	44,2 ± 0,4	44,5 ± 0,5	0,227	0,582	0,767
% em relação ao peso vivo										
GPD (%)	0,85 ± 0,03	0,83 ± 0,02	0,86 ± 0,04	0,80 ± 0,04	0,84 ± 0,04	0,84 ± 0,05	0,87 ± 0,05	0,670	0,801	0,820
CMS (%)	3,21 ± 0,07	3,28 ± 0,05	3,30 ± 0,08	3,09 ± 0,09	3,24 ± 0,09	3,42 ± 0,10	3,17 ± 0,12	0,382	0,205	0,765
CEE (%)	0,09 ± 0,01	0,27 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,17 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,17 ± 0,01	<,001	0,359	0,615
CPB (%)	0,38 ± 0,01	0,40 ± 0,01	0,41 ± 0,01	0,39 ± 0,01	0,39 ± 0,01	0,41 ± 0,01	0,38 ± 0,01	0,050	0,303	0,592

¹ Dieta controle e com 5,4% de gordura protegida; ² Grupo genético Black Dorper x Santa Inês, White Dorper x Santa Inês, Texel x Santa Inês, Lacaune x Santa Inês e Santa Inês x Santa Inês; ³ Letras diferentes na linha representa diferença pelo Teste de Tukey (5%).

Santana, Neiva e Oliveira (2004) afirmam que os animais cruzados apresentam maior peso ao abate quando comparados com os Santa Inês puros. Porém, os cordeiros Santa Inês puros deste estudo não foram inferiores ($P>0,05$) a nenhum dos cruzados em nenhuma das variáveis de desempenho (Tabela 4). Em experimento avaliando cordeiros do grupo genético Black Dorper x Santa Inês e Santa Inês puro, em que feno de tifton, água e mistura mineral foram ofertados “*ad libitum*” com arraçoamento de 400g/dia/cordeiro de dois concentrados, um com 25% de gordura protegida, os cordeiros Santa Inês apresentaram um bom potencial genético com peso vivo ao abate superior em relação aos cruzados, porém essa diferença não foi significativa (MOULIN, 2012).

Os cordeiros do grupo genético Texel x Santa Inês obtiveram ganho de peso diário maior (307 g) do que os cordeiros do grupo genético White Dorper x Santa Inês (256 g) (Tabela 4). O menor ganho de peso diário médio, dentre os cinco grupos estudados foi 256 g/dia, e segundo Bueno et al. (2000), um ganho de peso diário de 252 g no período total de confinamento é considerado como adequado para cordeiros de raça de corte, alimentados com dieta de elevada concentração energética.

As duas dietas experimentais deste estudo foram balanceadas para atender a um alto ganho de peso, e preparadas com ingredientes considerados de alta digestibilidade (com exceção da casca de café que entrou em menor proporção). Assim sendo, provavelmente as dietas apresentaram conteúdo de energia adequado ao potencial dos animais (2,94 e 3,15 Mcal/kg para a dieta controle e com inclusão de 5,4% de gordura protegida, respectivamente). O ganho de peso diário para todos os grupos genéticos foi maior do que 250g/dia, conforme preconizado pelo NRC (2007). Segundo Cabral et al. (2008), a utilização de grupos genéticos diferentes dos utilizados na predição do consumo padrão de matéria seca e ganho de peso diário, no caso, o estipulado pelo NRC (2007), pode resultar em algumas variações de resultados.

Assumindo que o teor de fibra não foi suficiente para causar limitação física de consumo (Tabela 2), provavelmente houve limitação energética do consumo. De acordo com Mertens, Deus-Neumann e Weiler (1983), o consumo voluntário pode estar associado à genética do animal em função do atendimento específico das necessidades de nutrientes para o metabolismo de diferentes tecidos, os quais sofrem influência do genótipo. Dessa forma, usando a mesma dieta em animais de genética diferente, eram esperadas diferenças no consumo de dieta como alternativa de atendimento das exigências nutricionais. Os resultados encontrados estão de acordo com a hipótese relatada, pois o consumo médio de matéria seca (MS) em kg/dia foi influenciado pelo grupo genético, e apesar do efeito da dieta não ficar no nível de significância adotado nas análises dos dados, a proximidade da significância ($P=0,06$) levou a considerar uma provável influência.

Os cordeiros do grupo genético White Dorper x Santa Inês apresentaram consumo inferior aos cordeiros do grupo genético Black Dorper x Santa Inês e Lacaune x Santa Inês (Tabela 4). Associando à diferença em ganho de peso diário encontrada entre os cordeiros do grupo genético White Dorper x Santa Inês com Texel x Santa Inês, pode-se acreditar que a densidade energética das dietas experimentais atendem melhor às exigências dos cordeiros cruzados de Texel, enquanto que as exigências nutricionais dos cordeiros cruzados de White Dorper talvez sejam melhor atendidas em uma dieta com menor densidade energética, pois poderia permitir um consumo maior de matéria seca.

Com relação ao efeito da dieta, com uma diferença média de 60 gramas/dia, poderia ser levantada a hipótese de que a gordura protegida utilizada pode ter tido parte dos ácidos graxos afetando a degradabilidade ruminal, e assim, a necessidade de um ligeiro aumento no consumo para tentar suprir as necessidades nutricionais.

Apesar do efeito encontrado para consumo expresso em kg/dia, quando foi avaliado em relação ao peso vivo, não foi observada influência de nenhum dos fatores estudados (Tabela 4). O valor médio foi de 3,24 e pode ser considerado relativamente baixo quando comparado ao que é preconizado pelo NRC (2007), o qual é de 3,54% do peso vivo para cordeiros com peso vivo médio de 30 kg e ganho médio diário de 250 g/dia. Essa diferença pode estar em função do peso vivo médio utilizado para estimar o consumo ter sido de $33,4 \pm 1,21$ kg. Um pouco acima da referência do NRC (2007).

O consumo de extrato etéreo (EE) diário foi influenciado pela dieta, que está de acordo com o esperado devido às diferenças de EE das dietas (Tabela 2). A gordura protegida, usada na proporção de 5,4%, apesar de aumentar o consumo de EE, não prejudicou o consumo de MS, pelo contrário, uma tendência ($P=0,06$) foi encontrada para elevar em 60g de MS/dia, pode ter contribuído para o consumo maior de proteína bruta (Tabela 4).

Os efeitos da suplementação de gordura protegida no rúmen variam em função da raça, composição da dieta e depósito de tecido (CASTRO et al., 2005; SEABROOK; PEEL; ENGLE, 2011; WACHIRA et al., 2002). Altos níveis de gordura protegida (11% MS) resultam em uma redução voluntária no consumo diário de ração em cordeiros e isso é acompanhado por uma redução no ganho médio diário (SEABROOK; PEEL; ENGLE, 2011). No entanto, estes autores encontraram a mesma eficiência alimentar e do peso corporal final, mas menor consumo de matéria seca por dia, incluindo 4% de gordura protegida na dieta em comparação com uma dieta controle.

A conversão alimentar (CA) é uma informação muito útil nas avaliações econômicas dos sistemas de produção, pois a margem de lucro está relacionada a esse parâmetro. De acordo com os resultados encontrados neste trabalho, a CA não foi influenciada pela dieta, grupo genético e pela interação entre os dois fatores não foi significativa. O valor médio foi de 4,02 kg de dieta/kg de ganho de peso (Tabela 4).

Assumindo os custos dos ingredientes por quilo de R\$1,40, R\$0,02, R\$1,00, R\$0,10, R\$1,30, R\$0,48, R\$4,00 e R\$18,0, respectivamente para: feno de aveia, casca de café, premix mineral e vitamínico, calcário calcítico, farelo de soja, milho moído, gordura protegida e ionóforo comercial, a dieta controle teve um custo de R\$0,68/kg de matéria natural e a dieta com 5,4% de gordura protegida teve um custo de R\$0,87/kg de matéria natural. Considerando os valores de conversão alimentar obtidos para as duas dietas experimentais (Tabela 4), teve-se um custo de R\$2,69/kg de peso vivo produzido com a dieta controle e R\$3,56/kg de peso vivo produzido com a dieta fonte de gordura protegida. Essa diferença no custo das dietas, praticamente em função da substituição de 5,0% de milho por 5,0% de gordura protegida, somado à ausência de melhoria significativas no ganho de peso e consumo (Tabela 4), mostra que, pelo menos no que diz respeito ao desempenho de cordeiros em confinamento, não é vantajoso o uso de 5,4% de gordura protegida na dieta.

Apesar da ocorrência de diferenças no consumo de MS (kg/dia) e no ganho de peso (kg/dia), após avaliações da carcaça, não ocorreram influências ($P>0,05$) da dieta e do grupo genético sobre peso e rendimento, tanto da carcaça quente, quanto da carcaça fria, refletindo quanto à ausência de efeito sobre a perda de peso da carcaça devido ao resfriamento (Tabela 5). Assim como, também não houve efeito ($P<0,05$) sobre a área de olho de lombo (AOL) tomada através de medida realizada por meio de ultrassonografia. Entretanto, para esse último, nota-se que as médias para grupo genético ficam próximas da significância ($P=0,062$), sendo considerada uma tendência de que os animais dos diferentes grupos estudados possam ter diferentes AOL, principalmente comparados aos valores obtidos pelos cordeiros puros Santa Inês com os obtidos pelos cordeiros cruzados Black Dorper e cruzados Texel. Se essa diferença se confirmasse, a explicação estaria no fato das raças Black Dorper e Texel, utilizadas como raças paternas para obtenção dos cordeiros F1, serem raças

precoces e selecionadas para serem especializadas na produção de carne. De acordo com Sainz (1996), a qualidade da carcaça deve ser considerada como destaque para estabelecer adequados cruzamentos entre raças com o objetivo de produção de carne.

Não foram observadas diferenças nas proporções dos cortes da carcaça (Tabela 5), não havendo influência da dieta ($P>0,05$) ou do grupo genético ($P>0,05$). Segundo Alves et al. (2003), a variação na nutrição pode exercer grande influência sobre alguns cortes, principalmente se os mesmos possuem maiores percentuais de gordura. No presente trabalho, apesar da observação de um maior consumo de EE para os cordeiros que receberam dieta com gordura protegida, esse consumo a mais de lipídeos não foi suficiente para interferir nos tecidos que compõem os cortes da carcaça.

Para os depósitos de gordura (Tabela 6), as gorduras inguinal e pélvica não sofreram ($P>0,05$) influências das dietas experimentais e dos grupos genéticos estudados. Por outro lado, a gordura interna (mesentérica e omental) e a gordura renal foram aumentadas ($P<0,05$) nos cordeiros que consumiram dieta contendo gordura protegida. Notadamente, o maior consumo de EE observado contribuiu para esse efeito, visto que os níveis de energia das duas dietas foram semelhantes. Não somente o maior consumo de EE, mas o fato da fonte de energia ser lipídeo, e ainda ser protegido em partes da degradação ruminal, também contribuiu para esse efeito.

Tabela 5 Valores médios para peso ao abate, peso e rendimento das carcaças quente e fria (CQ e CF), percentagem de perda por resfriamento (% perda peso), área de olho de lombo (AOL) e a percentagem de cada corte em relação ao peso da carcaça fria em função dos grupos genéticos (GG) e da dieta

Variável	Dieta ¹		Grupo genético ²						Pr>F ³		
	CON	GP	BD	WD	TE	LA	SI	Dieta	GG	DxGG	
Peso abate (kg)	44,3 ± 0,2	43,9 ± 0,2	44,4 ± 0,3	44,3 ± 0,3	43,8 ± 0,3	44,0 ± 0,4	44,1 ± 0,4	0,205	0,728	0,882	
Peso CQ (kg)	23,5 ± 0,2	23,5 ± 0,1	23,4 ± 0,2	23,6 ± 0,3	23,4 ± 0,2	23,4 ± 0,3	23,8 ± 0,3	0,760	0,756	0,124	
Peso CF (kg)	23,0 ± 0,2	23,2 ± 0,1	23,0 ± 0,2	23,3 ± 0,3	23,0 ± 0,2	22,9 ± 0,3	23,3 ± 0,3	0,551	0,829	0,478	
% perda peso	1,97 ± 0,19	1,69 ± 0,16	1,57 ± 0,25	1,94 ± 0,31	1,58 ± 0,24	1,96 ± 0,29	2,11 ± 0,30	0,269	0,508	0,862	
RCQ (%)	52,9 ± 0,3	53,5 ± 0,3	52,6 ± 0,5	53,1 ± 0,6	53,4 ± 0,4	53,0 ± 0,5	54,0 ± 0,6	0,188	0,423	0,597	
RQF (%)	52,0 ± 0,3	52,7 ± 0,3	51,8 ± 0,4	52,6 ± 0,5	52,6 ± 0,4	52,0 ± 0,5	52,8 ± 0,6	0,090	0,636	0,615	
AOL US ⁴ (cm ²)	14,5 ± 0,5	13,9 ± 0,5	15,6 ± 0,7	13,3 ± 0,8	15,5 ± 0,8	13,9 ± 0,8	12,8 ± 1,0	0,386	0,062	0,580	
% dos cortes em relação à carcaça fria											
Pemil (%)	28,6 ± 0,7	27,4 ± 0,6	27,9 ± 0,9	28,2 ± 1,0	26,8 ± 0,9	28,2 ± 1,0	28,9 ± 1,3	0,176	0,688	0,814	
Cost./Fra.(%)	19,0 ± 0,3	19,8 ± 0,3	19,9 ± 0,4	19,7 ± 0,5	19,0 ± 0,5	19,2 ± 0,5	19,1 ± 0,6	0,126	0,597	0,357	
Paleta (%)	16,7 ± 0,6	16,4 ± 0,5	16,9 ± 0,7	15,4 ± 0,9	16,1 ± 0,8	18,2 ± 0,9	16,2 ± 1,1	0,688	0,270	0,717	
Carrê (%)	13,9 ± 0,2	13,9 ± 0,2	14,3 ± 0,3	13,8 ± 0,4	14,1 ± 0,3	13,7 ± 0,4	13,6 ± 0,5	0,864	0,670	0,175	
Lombo (%)	6,95 ± 0,1	6,84 ± 0,1	6,95 ± 0,2	7,00 ± 0,2	7,06 ± 0,2	6,65 ± 0,2	6,79 ± 0,3	0,601	0,683	0,515	
Picanha (%)	3,88 ± 0,2	3,76 ± 0,2	3,68 ± 0,2	3,79 ± 0,3	4,19 ± 0,3	3,77 ± 0,3	3,69 ± 0,4	0,643	0,660	0,357	
Pescoço (%)	6,63 ± 0,4	6,45 ± 0,4	6,47 ± 0,5	6,32 ± 0,6	6,04 ± 0,5	6,78 ± 0,6	7,08 ± 0,8	0,749	0,803	0,307	

¹ Dieta controle e com 5,4% de gordura protegida; ² Grupo genético Black Dorper x Santa Inês, White Dorper x Santa Inês, Texel x Santa Inês, Lacaune x Santa Inês e Santa Inês x Santa Inês; ³ Letras diferentes na linha representa diferença pelo Teste de Tukey (5%).⁴ Medida feita por ultrassonografia.

Tabela 6 Valores médios para o peso das gorduras (G) interna, renal, inguinal, pélvica, espessura de gordura subcutânea (EGS) e o peso do fígado em função dos grupos genéticos (GG), da dieta, da interação desses dois fatores

Variável	Dieta ¹		Grupo genético ²					Pr>F		
	CON	GP	BD	WD	TE	LA	SI	Dieta	GG	DxGG
G interna (kg)	1,82 ± 0,08	2,29 ± 0,07	2,13 ± 0,10	2,08 ± 0,13	1,80 ± 0,11	1,98 ± 0,12	2,30 ± 0,15	<,001	0,076	0,406
G renal (kg)	0,78 ± 0,05	0,94 ± 0,04	0,82 ± 0,06	0,89 ± 0,07	0,80 ± 0,06	0,86 ± 0,07	0,92 ± 0,09	0,017	0,746	0,111
G inguinal (kg)	0,37 ± 0,02	0,40 ± 0,02	0,38 ± 0,02	0,37 ± 0,03	0,37 ± 0,02	0,39 ± 0,03	0,40 ± 0,03	0,216	0,922	0,376
G pélvica (kg)	0,12 ± 0,02	0,15 ± 0,02	0,12 ± 0,03	0,11 ± 0,04	0,16 ± 0,03	0,13 ± 0,04	0,17 ± 0,05	0,396	0,797	0,738
Fígado (kg)	0,87 ± 0,02	0,92 ± 0,02	0,90 ± 0,03	0,86 ± 0,04	0,88 ± 0,03	0,92 ± 0,03	0,90 ± 0,04	0,183	0,785	0,878
EGS (paquímetro e ultrassom)										
EGS US ⁴ (mm)	4,27 ± 0,15	4,03 ± 0,14	4,28 ± 0,20	4,00 ± 0,23	4,09 ± 0,23	4,42 ± 0,21	3,97 ± 0,27	0,239	0,649	0,498
EGS (mm)	3,38 ± 0,20	3,42 ± 0,17	3,57 ± 0,25	3,53 ± 0,33	3,76 ± 0,27	3,48 ± 0,27	2,66 ± 0,37	0,865	0,187	0,934

¹Dieta controle e com 5,4% de gordura protegida; ²Grupo genético Black Dorper x Santa Inês, White Dorper x Santa Inês, Texel x Santa Inês, Lacaune x Santa Inês e Santa Inês x Santa Inês; ⁴Medida feita por ultrassonografia.

Apesar desses depósitos de gordura acima mencionados terem sofrido influência da dieta, quando avaliada a gordura especificamente na carcaça, o depósito subcutâneo não foi observado para esse efeito ($P>0,05$) da dieta e do grupo genético sobre o mesmo. De acordo com Wylie, Chestnutt e Kilpatrick (1997), nível de gordura na carcaça é o principal determinante de um peso ótimo de abate, em função de ocorrer um aumento do conteúdo de gordura com a elevação do peso da carcaça. Talvez a ausência de efeito deve-se ao fato de que, no presente trabalho, o peso de abate foi fixo para todos os tratamentos.

Gonçalves e Domingues (2007) descreveram que uso adequado das gorduras protegidas e das formas de proteção da degradação ruminal é fundamental na produção de animais que apresentam elevadas exigências nutricionais em ácidos graxos essenciais e alta densidade energética, permitindo alto ganho de peso e deposição de gordura de acabamento nas carcaças. Os autores complementaram que a utilização da suplementação com gordura protegida proporciona nos animais de produção, desenvolvimento rápido, boa cobertura muscular e carcaças de melhor qualidade.

Na tabela 6 são representados os resultados para peso do fígado, cujo o objetivo de avaliação foi a hipótese de que o mesmo poderia ser alterado em função de uma dieta rica em EE, o que poderia determinar um desenvolvimento diferenciado desse órgão visto a importância do mesmo no metabolismo dos nutrientes que são absorvidos da dieta. Entretanto, não foram verificadas alterações sobre esse órgão, indicando que, provavelmente o trabalho metabólico do mesmo pode até ter sofrido alterações em função dos lipídeos absorvidos, mas não ao ponto de causar diferenças.

O uso da gordura protegida e o grupo genético não influenciaram a composição química da carne de cordeiro (Tabela 7), encontrando-se valores

médios de 71,13% de umidade, 3,58% de gordura, 1,25% de matéria mineral e 21,34% de proteína. Segundo Zeola (2002), estudando cordeiros criados em sistema de confinamento, encontrou que a composição química da carne apresentou valores médios de 75,0% de umidade, 19,0% de proteína, 4,0% de gordura, 1,1% de matéria mineral.

Tabela 7 Valores médios da composição química do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros em função dos grupos genéticos (GG) da dieta e interação desses dois fatores

%	Dieta ¹		Grupo genético ²						Pr>F ³		
	CON	GP	BD	WD	TE	LA	SI	Dieta	GG	DxGG	
Umidade	71,2 ±0,4	71,1 ±0,3	71,6 ±0,5	71,7 ±0,6	71,1 ±0,6	70,2 ±0,6	71,1 ±0,7	0,878	0,488	0,892	
Cinzas	1,26 ± _{0,03}	1,23 ± _{0,03}	1,25 ± _{0,04}	1,20 ± _{0,05}	1,32 ± _{0,05}	1,22 ± _{0,06}	1,25 ± _{0,06}	0,451	0,471	0,374	
Proteína	21,5 ±0,4	21,2 ±0,4	21,1 ±0,5	21,1 ±0,6	21,0 ±0,6	22,3 ±0,7	21,3 ±0,7	0,539	0,635	0,854	
Gordura	3,39 ± _{0,19}	3,77 ± _{0,17}	3,28 ± _{0,24}	3,79 ± _{0,28}	3,43 ± _{0,27}	3,91 ± _{0,31}	3,50 ± _{0,34}	0,149	0,492	0,576	

¹ Dieta controle e com 5,4% de gordura protegida; ² Grupo genético Black Dorper x Santa Inês, White Dorper x Santa Inês, Texel x Santa Inês, Lacaune x Santa Inês e Santa Inês x Santa Inês; ³ Teste de Tukey (5%).

Estratégias para aumentar a produção de carne magra (genética) e diminuir a deposição de gordura (nutricional) resultam em melhor eficiência de conversão alimentar (COCKETT et al., 2005), mas também pode reduzir o valor nutricional (MORTIMER et al., 2014) e comprometer a qualidade da carne (HOPKINS et al., 2007). O estudo do perfil de ácidos graxos na carne de cordeiros tem sua importância no entendimento dos fatores, principalmente nutricionais, que podem influenciar a qualidade do produto, o qual, por não ter a mesma tradição de consumo comparada a outras carnes, ganha destaque quando se vislumbra o crescimento do mercado consumidor. Consumidor esse, nos dias atuais, cada vez mais exigente quanto ao sabor e benefícios à saúde. Na sequência estão os resultados encontrados para perfil de ácido graxo na carne (*Longissimus*) do presente trabalho.

Na tabela 8, observa-se que o grupo genético não influenciou ($P < 0,05$) a proporção de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados, assim como não afetou as suas relações e os somatórios dos ácidos graxos com 18 carbonos. Por outro lado, a dieta teve efeito ($P < 0,05$) sobre a proporção desses grupos de ácidos graxos na carne, indicando que o uso da gordura protegida influencia processos metabólicos que alteram facilmente as proporções de diferentes ácidos graxos na carne. Há uma forte relação entre o consumo de energia na dieta e a síntese de ácidos graxos e essa relação é independente da raça dos animais sob níveis de alimentação normais. Segundo Vasta et al. (2009), a composição de ácidos graxos do tecido animal é relacionada aos ácidos graxos da dieta que estão diretamente incorporados aos tecidos animais, ou pode ser devido às alterações *in vivo* como a biossíntese de ácidos graxos através da ação de enzimas e regulação gênica.

Tabela 8 Somatório dos principais ácidos graxos do músculo *Longissimus Dorsi* de cordeiros em função dos grupos genéticos (GG), da dieta e interação desses dois fatores

%	Dieta ¹		Grupo genético ²					Pr>F ³		
	CON	GP	BD	WD	TE	LA	SI	Dieta	GG	DxGG
∑ Saturados	40,3 ± 1,1	47,0 ± 1,0	42,8 ± 1,5	42,8 ± 1,6	43,5 ± 1,5	46,4 ± 1,8	42,9 ± 2,0	<.001	0,551	0,272
∑ Insaturados	58,8 ± 1,1	52,1 ± 1,0	56,1 ± 1,5	56,3 ± 1,6	55,8 ± 1,5	52,7 ± 1,8	56,3 ± 1,9	<.001	0,553	0,194
∑ Monoinsaturados	51,3 ± 1,0	45,5 ± 0,9	48,7 ± 1,3	49,6 ± 1,4	48,7 ± 1,3	45,8 ± 1,6	49,2 ± 1,7	<.001	0,504	0,179
∑ Poli-insaturados	7,42 ± 0,30	6,65 ± 0,28	7,34 ± 0,40	6,76 ± 0,44	7,10 ± 0,41	6,83 ± 0,50	7,14 ± 0,53	0,062	0,881	0,611
Insaturados/saturados	1,46 ± 0,04	1,16 ± 0,04	1,31 ± 0,05	1,35 ± 0,06	1,32 ± 0,05	1,21 ± 0,07	1,35 ± 0,07	<.001	0,589	0,144
Poli/saturados	0,18 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,17 ± 0,01	0,16 ± 0,01	0,17 ± 0,01	0,16 ± 0,01	0,17 ± 0,01	0,001	0,895	0,519
Mono/saturados	1,28 ± 0,03	1,01 ± 0,03	1,14 ± 0,05	1,19 ± 0,05	1,16 ± 0,05	1,06 ± 0,06	1,18 ± 0,06	<.001	0,539	0,125
Poli/monoinsaturados	0,15 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,875	0,822	0,743
∑ C 12:0, 14:0 e 16:0	25,3 ± 0,6	30,1 ± 0,6	26,9 ± 0,9	27,2 ± 1,0	27,1 ± 0,9	29,5 ± 1,1	27,5 ± 1,2	<.001	0,397	0,246
∑ C 18	53,6 ± 1,0	48,1 ± 0,9	51,4 ± 1,3	51,9 ± 1,5	51,1 ± 1,4	48,3 ± 1,6	51,7 ± 1,8	<.001	0,505	0,166
∑ C 18:1	47,7 ± 0,9	42,6 ± 0,8	45,5 ± 1,2	46,4 ± 1,3	45,4 ± 1,3	42,8 ± 1,5	45,8 ± 1,6	<.001	0,491	0,158
∑ C 18:2	5,71 ± 0,22	5,37 ± 0,21	5,72 ± 0,30	5,41 ± 0,33	5,58 ± 0,31	5,32 ± 0,37	5,67 ± 0,40	0,262	0,908	0,447
∑ C 18:3	0,19 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,17 ± 0,01	0,18 ± 0,01	0,16 ± 0,01	0,16 ± 0,01	<.001	0,129	0,900

¹ Dieta controle e com 5,4% de gordura protegida; ² Grupo genético Black Dorper x Santa Inês, White Dorper x Santa Inês, Texel x Santa Inês, Lacaune x Santa Inês e Santa Inês x Santa Inês; ³ Teste de Tukey (5%).

No presente trabalho, em ambas as dietas, houve o predomínio de ácidos graxos insaturados na gordura intramuscular, contrariando o relato de Di Marco, Barcellos e Costa (2007) de que, na gordura intramuscular, o predomínio é de ácido graxo saturado (57,1%). Altas concentrações de ácidos graxos insaturados na carne de animais confinados sugerem valores de pH ruminal mais baixos, proporcionado pelas dietas com altos teores de concentrados, ocorrendo diminuição da lipólise e consequente diminuição na extensão da biohidrogenação de ácidos graxos no rúmen, consequentemente, mais ácidos insaturados disponíveis para a absorção intestinal. Entretanto, especificamente para a dieta com gordura protegida, o pH ruminal pode ter influenciado na sua utilização. O rúmen em pH normal, de 6 a 7 (CHURCH, 1979), de 60% a 90% de sais de cálcio passam através do rúmen como inertes; mas isso depende do intervalo de pH e taxa de passagem (BLOCK et al., 2005).

Apesar do predomínio dos ácidos insaturados, foi observado que a gordura protegida propiciou maior ($P < 0,05$) proporção de saturados (aumento de 6,7%) quando comparado à dieta controle. Scollan et al. (2014) relatam que a ênfase deve ser dada na redução da ingestão de ácidos graxos saturados, porque eles são considerados associados com níveis aumentados de colesterol. O estudo dessas alterações é importante sob o ponto de vista do consumidor, pois, de acordo com Aurousseau et al. (2007), a composição de ácidos graxos nos músculos de cordeiros criados, por exemplo, a pasto é mais favorável à saúde do consumidor do que aqueles criados em baias.

Entre os ácidos graxos saturados, a adição de 5,4% de gordura protegida na dieta aumentou ($P < 0,05$) o somatório do C12:0, C14:0 e C16:0, ácidos graxos que podem ter efeitos maléficos à saúde humana e, consequentemente, o aumento desses saturados contribuiu para a redução ($P < 0,05$) dos teores dos ácidos graxos mono e poli-insaturados (Tabela 8). Apesar da dieta com gordura protegida teoricamente propiciar maior ingestão de ácidos graxos mono e poli-

insaturados (Tabelas 2 e 4), a quantidade desses ácidos monoinsaturados na carne não aumentou, pelo contrário, diminuiu. Esse fato confirma que os ácidos graxos após serem ingeridos, provavelmente sofreram alterações endógenas e/ou durante o processo de digestão, para depois serem depositados. No presente trabalho, as alterações observadas devido ao uso da gordura protegida podem estar mais relacionadas às alterações endógenas, o que corrobora com Zinn et al. (2000), os quais relatam que gordura protegida é menos suscetível a biohidrogenação. Entretanto, os mesmos autores afirmam que a gordura protegida pode ser utilizada com sucesso para aumentar o teor de ácidos graxos insaturados em depósitos adiposos do músculo, mas isso não ocorreu no presente trabalho. Como parte da gordura protegida pode ainda ser degradada no rúmen, algumas das alterações encontradas na carne dos animais podem ser em função do processo de biohidrogenação ruminal, que pode aumentar o aporte de ácidos saturados a serem absorvidos. Shingfield, Bonnet e Scollan (2013) relatam que os ácidos graxos microbianos são originários de biohidrogenação, utilizando ácidos graxos dos alimentos e através da síntese novamente de ácidos graxos, produzindo ácidos saturados. Por outro lado, segundo Bauman et al. (2003), os substratos principais da biohidrogenação são os ácidos graxos linoleico e linolênico, os quais estão presentes em grande quantidade na gordura protegida, e a taxa de biohidrogenação no rúmen é tipicamente mais rápida com o aumento da proporção de ácidos graxos insaturados na dieta.

Para as relações entre os grupos de ácidos graxos, o grupo genético não teve efeito ($P > 0,05$). Entretanto, com exceção para a relação poli-insaturado/monoinsaturado, a dieta influenciou ($P < 0,05$) todas as outras relações. Os valores encontrados para as relações de insaturados, poli-insaturados e monoinsaturados com os saturados foram menores ($P < 0,05$), respectivamente 1,16; 0,15 e 1,01, na carne de animais que receberam dieta contendo gordura protegida (Tabela 8), justamente devido ao aumento que

ocorreu na proporção de ácidos graxos saturados. Para Marques et al. (2007), o efeito biológico dos ácidos graxos essenciais depende da razão entre ácidos graxos poli-insaturados/saturados, ácidos graxos poli-insaturados/monoinsaturados, e da razão entre os ácidos graxos monoinsaturados/saturados. A relação ácidos graxos insaturados/ácidos graxos saturados é um indicativo da qualidade dessa gordura, sendo desejável valores maiores. Segundo Scollan et al. (2014), 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. Wood et al. (2003), reportaram que o Ministério da Saúde do Reino Unido recomenda que a relação ácidos graxos poli-insaturados/saturados do perfil lipídico de um alimento deve situar-se acima de 0,4, para evitar doenças associadas ao consumo de gorduras saturadas. Também deve ser considerada a influência dessas relações sobre o sabor da carne. De acordo com Elmore et al. (1999), o tipo de ácido graxo e as proporções dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados influencia no sabor da carne, na palatabilidade (SANTOS; PÉREZ, 2000), causa alteração na cor e aumenta o potencial de oxidação influenciando na vida de prateleira e, conseqüentemente, em sua qualidade (LEOPOLDINO JÚNIOR, 2011).

De um total de 49 ácidos graxos detectados na carne dos cordeiros desse experimento, apenas 10 representam 94,64 % do total (Tabela 9) e os demais 39 ácidos graxos representam 5,36 % dos ácidos graxos da carne. Do grupo dos 39 ácidos graxos com menos de 1% na carne ovina foram separados em \bar{U} (Tabela 11), CLA (Tabelas 13 e 14) e ácidos graxos com número ímpar de carbonos (Tabela 15).

Tabela 9 Percentual dos 10 ácidos graxos, com mais de 1%, no músculo *Longissimus Dorsi* de cordeiros em função dos grupos genéticos (GG), da dieta, da interação desses dois fatores

	Dieta ¹		Grupo genético ²						Pr>F ³		
	CON	GP	BD	WD	TE	LA	SI	Dieta	GG	DxGG	
C 14:0	2,39 ± 0,08	2,57 ± 0,07	2,52 ± 0,11	2,55 ± 0,12	2,31 ± 0,11	2,40 ± 0,13	2,64 ± 0,14	0,101	0,340	0,880	
C 16:0	22,7 ± 0,7	27,4 ± 0,6	24,3 ± 0,9	24,5 ± 1,0	24,7 ± 0,9	27,0 ± 1,1	24,7 ± 1,2	<,001	0,379	0,280	
C 16:1 c9	2,42 ± 0,06	2,01 ± 0,06	2,18 ± 0,08	2,26 ± 0,09	2,13 ± 0,09	2,17 ± 0,11	2,34 ± 0,11	<,001	0,634	0,723	
C 17:0	1,45 ± 0,06	1,29 ± 0,05	1,53 ^{ab} ± 0,08	1,22 ^b ± 0,08	1,60 ^a ± 0,08	1,27 ^{ab} ± 0,10	1,21 ^b ± 0,11	0,056	0,003	0,566	
C 18:0	12,3 ± 0,6	14,5 ± 0,5	12,9 ± 0,8	13,1 ± 0,8	13,6 ± 0,8	14,5 ± 0,9	13,0 ± 1,0	0,005	0,704	0,620	
C 18:1 t	3,87 ± 0,32	6,32 ± 0,29	5,31 ± 0,43	5,19 ± 0,47	5,27 ± 0,44	4,70 ± 0,53	4,99 ± 0,57	<,001	0,907	0,620	
C 18:1 c9	40,4 ± 0,8	33,7 ± 0,8	37,0 ± 1,1	37,9 ± 1,2	37,1 ± 1,2	35,8 ± 1,4	37,4 ± 1,5	<,001	0,851	0,101	
C 18:1 c11	2,20 ± 0,08	1,40 ± 0,07	1,92 ^{ab} ± 0,11	2,00 ^a ± 0,12	1,73 ^{ab} ± 0,11	1,42 ^b ± 0,13	1,91 ^{ab} ± 0,14	<,001	0,018	0,030	
C 18:2 c9 c12	5,22 ± 0,22	5,00 ± 0,20	5,29 ± 0,29	5,00 ± 0,32	5,18 ± 0,30	4,90 ± 0,36	5,19 ± 0,39	0,462	0,922	0,599	
C 20:4 n6	1,17 ± 0,07	0,87 ± 0,06	1,08 ± 0,09	0,91 ± 0,10	1,04 ± 0,09	1,06 ± 0,11	1,02 ± 0,12	0,002	0,791	0,763	

¹Dieta controle e com 5,4% de gordura protegida; ²Grupo genético Black Dorper x Santa Inês, White Dorper x Santa Inês, Texel x Santa Inês, Lacaune x Santa Inês e Santa Inês x Santa Inês; ³Letras diferentes na linha representa diferença pelo Teste de Tukey (5%).

Foi observado que o C17:0 e o C18:1 c11, além de diminuir ($P < 0,05$) suas proporções quando a gordura protegida foi usada, também sofreram influência ($P < 0,05$) do grupo genético. A carne de cordeiros Santa Inês e os cruzados White Dorper apresentaram menores proporções de C17:0 comparado a carne dos cordeiros cruzados Texel. Já em relação ao C18:1 c11, na carne dos cordeiros cruzados White Dorper foram observadas maiores proporções comparadas à carne dos cordeiros cruzados Lacaune.

Quanto ao efeito da dieta para esses dois ácidos graxos, considerando que parte da gordura protegida pode ser degradada no rúmen, a diminuição nas proporções pode estar relacionada à uma menor taxa de biohidrogenação ruminal, limitando a síntese desses ácidos graxos. O ácido margárico (C17:0) é um ácido graxo com número ímpar de carbono, os quais são mais raros nos alimentos, podendo ocorrer algumas quantidades principalmente nos produtos de origem animal, e principalmente no ruminante, o qual convive simbioticamente com micro-organismos ruminais. A síntese novamente de ácidos graxos é responsável pela ocorrência de ácidos graxos em número ímpar de carbonos das membranas e bactérias ruminais (VLAEMINCK et al., 2006). Segundo Mansbridge e Blake (1997), o C17:0 compõe os lipídeos microbianos, é sintetizado por micro-organismos ruminais a partir do propionato e o valerato. Já o C18:1 c11 (ácido vacênico) teve sua proporção diminuída com o uso da gordura protegida, provavelmente também em função de alterações no padrão de biohidrogenação ruminal.

Para os outros ácidos graxos representados na tabela 8, com exceção do C14:0 e do C18:2 c9 c12, todos foram afetados pelo uso da gordura protegida ($P < 0,05$). Desses ácidos graxos, a maior parte é tipicamente presente na carne ovina. De acordo com Santos-Silva, Bessa e Santos-Silva (2002), a carne de ovinos é considerada rica em ácidos graxos saturados, principalmente mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0); os monoinsaturados são

palmitoleico (C16:1) e oleico (C18:1) e os poli-insaturados linoleico (C18:2), linolênico(C18:3) e araquidônico (C20:4).

O teor dos ácidos graxos palmítico e esteárico (C16:0 e C18:0) foram maiores nos cordeiros que receberam a gordura protegida na dieta ($P < 0,05$). O aumento do C16:0 e C18:0, provavelmente se deve a um maior consumo desses ácidos graxos na dieta com gordura protegida, o qual foi estimado sendo 4 vezes maior, quando comparado aos animais que receberam a dieta controle (observação baseada no perfil de ácidos graxos das dietas associados ao consumo de EE, representados nas Tabelas 3 e 4). Porém, Polán, Mcneill e Tove (1964) reportam que quantidades elevadas de ácido esteárico foram produzidas na biohidrogenação quando culturas foram inoculadas com baixa concentração de ácido linoleico, sendo o contrário das condições propiciadas na dieta com gordura, rica em ácido linoleico no presente trabalho. Os mesmos autores relatam que, com aumento da concentração de ácido linoleico, a conversão em ácido esteárico diminuiu. Harfoot, Noble e Moore (1973) descobriram que inoculação de até 1,0mg de ácido linoleico/ml de conteúdo do rúmen, produziu o ácido esteárico como produto final primário. Quando essa inoculação é maior de 1,0mg/ml de conteúdo, produziu o C18:1 trans como produto final primário. A biohidrogenação no rúmen é descrita por Bauman et al. (1999) da seguinte forma: o ácido linoleico (C18:2 cis9cis12) passa inicialmente a rumênico (C18:2 cis9trans11), passando depois a ácido vacênico (C18:1 trans11) e posteriormente a esteárico (C18:0), pela ação dos microrganismos ruminais.

O ácido graxo C18:1 c9 (ácido oleico) foi menor ($P < 0,05$) na carne dos animais que receberam gordura protegida. De acordo com Grundy (1994), o ácido oleico pode ser produzido no tecido do animal a partir do ácido esteárico (C18:0). O fato de terem sido observados maiores proporções de C18:0 na carne desses animais, indica que parte desse ácido graxo não foi convertido em C18:1 c9. De acordo Harfoot, Noble e Moore (1973) com grandes quantidades de ácido

linoleico na dieta pode impedir hidrogenação do oleico a ácido esteárico, e no presente trabalho por ter ocorrido o contrário do mencionado por esses autores. Por outro lado, a grande quantidade de C18:0 que a dieta com gordura forneceu em relação a dieta controle pode ter extrapolado a capacidade de conversão do mesmo na gordura muscular. Essa conversão que ocorre nos tecidos envolve a atividade da enzima dessaturase, a qual promove a entrada de uma dupla ligação. Na tabela 9 é observada a estimativa de atividade da $\Delta 9$ dessaturases 18, a qual teve a atividade diminuída no tecido muscular. Isso explicaria a menor proporção de oleico nos tecidos. O ácido graxo oleico pode ser modificado a vários isômeros posicionais de C18:1 trans, ao contrário do que se pensava antes, em que todo o oleico era transformado em esteárico (MOSLEY et al., 2002). Segundo Dervishi et al. (2010) há uma correlação positiva entre a expressão do gene $\Delta 9$ dessaturase e teor de ácido oleico no músculo semitendinoso de cordeiro. O aumento da atividade $\Delta 9$ dessaturase em ovinos no tecido adiposo poderia reduzir o teor de ácidos graxos saturados e aumentar o conteúdo do ácido graxo oleico (DANIEL et al., 2004). Entretanto, provavelmente em função da inibição da atividade da $\Delta 9$ dessaturase, quando da adição da gordura protegida, os teores de oleico foram menores.

Assim como o oleico (C18:1 c9), o palmitoleico (C16:1 c9) também apresentou menores ($P < 0,05$) proporções na carne dos animais que receberam gordura protegida. Entretanto, ao contrário do oleico, o palmitoleico estava presente em maiores proporções na gordura protegida quando comparada à dieta controle. Contudo, observando na tabela 9, a menor atividade da $\Delta 9$ dessaturases 16 pode indicar que as menores proporções de palmitoleico sejam em função da menor atividade da enzima no tecido.

Com relação ao ácido araquidônico (C20:4 n6), foi encontrada quantidade menor ($P < 0,05$) na carne dos animais que consumiram dieta com gordura protegida. O C20:4 n6 não está presente em nenhuma das dietas, assim, há um

indicativo que o mesmo seja produzido nos tecidos. Provavelmente, houve um efeito da gordura protegida em proporcionar menores quantidades de precursores, como o linoleico, para síntese desse ácido graxo, associado a menor atividade enzimática. O ácido araquidônico é considerado um ácido graxo essencial na dieta humana, e está entre os principais componentes das membranas celulares (KUS; AUED-PIMENTEL; MANCINI FILHO, 2009). Quanto ao ácido linoleico (C18:2 c9c12), o mesmo está presente nas dietas em grande quantidade, sendo em menor proporção na dieta com a gordura protegida, e esse fato provavelmente explica a observação na carne dos animais que consumiram essa dieta, a ocorrência em menores proporções do linoleico ($P < 0,05$) comparado à carne dos animais da dieta controle.

Na Tabela 10, observa-se que as estimativas de atividade das três enzimas avaliadas, Δ^9 -dessaturase C16 e Δ^9 -dessaturase C18, e a elongase diminuíram ($P < 0,05$) na carne dos cordeiros que receberam gordura protegida. Os índices de atividade das enzimas Δ^9 -dessaturase C16 e C18 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). Atividade da Δ^9 dessaturase é importante para manter a fluidez da membrana (WONGWATHANARAT et al., 1999), o metabolismo lipídico e adiposidade (KIM; MIYAZAKI; NTAMBI, 2002), e sua expressão pode melhorar os atributos funcionais de alimentos por aumentar o teor de CLA na carne de cordeiro (MAO et al., 2012). De acordo com Kim, Miyazaki e Ntambi (2002), a expressão do gene Δ^9 dessaturase é altamente regulada por fatores dietéticos, o que pode ser levantado como hipótese para o presente trabalho quando alteramos a dieta pela adição da gordura protegida. Além disso, ocorre inibição da atividade da Δ^9 dessaturase quando há excesso de $\Omega 6$ e $\Omega 3$ e ácidos graxos poli-insaturados (NAKAMURA; NARA, 2002). Já Estany et al. (2014) relatam

que, um dos tecidos de principal atividade da enzima $\Delta 9$ dessaturase é o tecido adiposo, sendo regulada por ingredientes das dietas, em que carboidratos estimulam e ácidos graxos poli-insaturados inibem.

O grupo genético não afetou ($P > 0,05$) essas enzimas (Tabela 10). Entretanto, Mannen (2012) relata que a enzima $\Delta 9$ dessaturase foi identificada como provável responsável na variação genética referente à composição de ácidos graxos na carne.

Na tabela 11 são representados os ácidos graxos da série dos Ω , seus somatórios e relação, e apenas os somatórios dos $\Omega 6$, e dos $\Omega 6$ e $\Omega 3$ juntos, não sofreram ($P > 0,05$) influência de nenhum dos fatores estudados. Políticas de saúde pública na maioria dos países desenvolvidos recomendam reduções, para toda a população, no consumo de ácidos graxos trans e o aumento do consumo de ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa, ácido graxo eicosapentaenoico ($C_{20:5} n_3$, EPA) e do ácido graxo docosa-hexaenoico ($C_{22:6} n_3$, DHA) (SHINGFIELD; BONNET; SCOLLAN, 2013).

Tabela 20 Atividade estimada das enzimas dessaturases 16 e 18 ($\Delta 9 - 16$ e 18) e elongase do músculo Longissimus Dorsi de cordeiros em função dos grupos genéticos (GG), da dieta, da interação desses dois fatores

	Dieta ¹		Grupo genético ²					Pr>F ³		
	CON	GP	BD	WD	TE	LA	SI	Dieta	GG	DxGG
$\Delta 9 - 16$	9,64 \pm 0,27	7,07 \pm 0,25	8,24 \pm 0,37	8,62 \pm 0,40	8,19 \pm 0,38	7,85 \pm 0,46	8,87 \pm 0,49	<.001	0,571	0,441
$\Delta 9 - 18$	76,6 \pm 1,3	69,6 \pm 1,2	74,1 \pm 1,7	74,0 \pm 1,9	72,9 \pm 1,8	70,4 \pm 2,2	74,0 \pm 2,3	<.001	0,692	0,365
Elongase	67,7 \pm 0,7	62,2 \pm 0,6	65,3 \pm 0,9	65,6 \pm 1,0	65,5 \pm 0,9	63,3 \pm 1,1	65,1 \pm 1,2	<.001	0,579	0,157

¹Dieta controle e com 5,4% de gordura protegida; ²Grupo genético Black Dorper x Santa Inês, White Dorper x Santa Inês, Texel x Santa Inês, Lacaune x Santa Inês e Santa Inês x Santa Inês; ³Teste de Tukey (5%).

Tabela 31 Somatório dos ômega três e seis ($\sum \bar{U} 3$ e 6), a relação ômega seis/três ($\bar{U} 6/\bar{U} 3$) e os ácidos graxos da série dos ômega do músculo *Longissimus Dorsi* de cordeiros em função dos grupos genéticos(GG), da dieta, da interação desses dois fatores

	Dieta ¹		Grupo genético ²					Pr>F ³		
	CON	GP	BD	WD	TE	LA	SI	Dieta	GG	DxGG
$\sum \bar{U} 3$	0,74 ± 0,02	0,60 ± 0,02	0,72 ± 0,03	0,62 ± 0,03	0,72 ± 0,03	0,62 ± 0,04	0,67 ± 0,04	<,001	0,121	0,771
$\sum \bar{U} 6$	7,33 ± 0,29	6,85 ± 0,27	7,38 ± 0,39	6,93 ± 0,43	7,12 ± 0,40	6,69 ± 0,49	7,34 ± 0,52	0,238	0,810	0,434
$\bar{U} 6/\bar{U} 3$	10,0 ± 0,3	11,5 ± 0,2	10,4 ± 0,3	11,3 ± 0,4	10,1 ± 0,4	10,8 ± 0,4	11,2 ± 0,5	<,001	0,195	0,227
$\sum \bar{U} 3$ e 6	8,06 ± 0,31	7,45 ± 0,29	8,09 ± 0,42	7,54 ± 0,46	7,84 ± 0,43	7,30 ± 0,52	8,01 ± 0,56	0,156	0,766	0,472
C 18:3 n6	0,04 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,02 ± 0,01	<,001	0,161	0,432
C 20:3 n6	0,07 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,002	0,484	0,485
C 18:3 n3	0,15 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,16 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,14 ± 0,01	0,012	0,065	0,902
C 20:5 n3	0,05 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,05 _a ± 0,01	0,03 _b ± 0,01	0,04 _{ab} ± 0,01	0,03 _b ± 0,01	0,04 _{ab} ± 0,01	0,002	0,017	0,940
C 20:3 n3	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,004	0,109	0,019
C 22:6 n3	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,038	0,057	0,193
C 22:1 n9	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,003	0,059	0,003

¹Dieta controle e com 5,4% de gordura protegida; ²Grupo genético Black Dorper x Santa Inês, White Dorper x Santa Inês, Texel x Santa Inês, Lacaune x Santa Inês e Santa Inês x Santa Inês; ³Letras diferentes na linha representa diferença pelo Teste de Tukey (5%).

Com exceção da relação $\omega 6/\omega 3$, a qual aumentou na carne de animais que consumiram dieta com gordura protegida, todos os outros ácidos graxos da série dos ω diminuíram na carne de animais nessa dieta. Todos esses ácidos graxos das séries dos ω são produzidos pelo próprio animal, além das referências que confirmam isso, as dietas experimentais praticamente não continham esses ácidos graxos (Tabela 3).

Uma vez que os ácidos graxos $n3$ e $n6$ competem pelas mesmas enzimas que realizam a dessaturação, os níveis de ingestão de ácido linoleico e linolênico afetam os metabólitos formados (BOYLE et al., 1998). Levando em consideração o perfil de ácidos graxos das dietas (Tabela 3) e o consumo de EE (Tabela 4), observa-se que o uso de gordura protegida provavelmente proporcionou maiores ingestão de linoleico e linolênico. De acordo com Harnack, Andersen e Somoza (2009), as etapas de conversão de linoleico e linolênico em $C20:5 n3$ (EPA) e $C22:6 n3$ (DHA) são dependentes na proporção de ingestão de ácidos graxos da série dos $\omega 6$ e $\omega 3$. Jensen et al. (1996) relatam que a ingestão de quantidades elevadas de ácido linoleico e linolênico podem ter um efeito inibidor na síntese endógena de DHA (Ácido docosahexaenoico ou $C22:6 n3$). No mesmo sentido, Mantzioris et al. (1995) observaram relação inversa entre a quantidade ingerida de linolênico e o nível plasmático de DHA. Estudos laboratoriais revelaram que o linolênico é um grande inibidor do metabolismo dos ácidos graxos $n6$, sendo necessária uma quantidade dez vezes maior de linoleico para conseguir inibição semelhante no metabolismo dos ácidos graxos $n3$ (HOLMAN, 1998).

Segundo Jump e Clarke (1999), esse efeito inibidor não é só sentido nos mecanismos reacionais, mas também na regulação da expressão genética das enzimas responsáveis pela dessaturação e alongamento. No presente trabalho, esse efeito do ácido linolênico ou a dieta que continha a gordura protegida em inibir a síntese de $\omega 6$ com maior intensidade do que a inibição dos $\omega 3$, não

foram observados. Foi observado efeito contrário ao relatado por Holman (1998), pois o somatório dos Ω 3 foi menor quando os animais receberam 5,4% de gordura protegida na dieta ($P < 0,01$), porém essa quantidade de ácido linoleico não alterou o somatório dos Ω 6 ($P > 0,05$) (Tabela 11).

Os ácidos graxos das séries Ω 3, C 20:5 n3, ou eicosapentaenoico (EPA) foram significativamente maiores ($P < 0,05$) para os cordeiros do grupo genético mestiço Black Dorper x Santa Inês comparado aos cordeiros cruzados Lacaune e White Dorper (Tabela 9). Segundo Demirel, Wood e Enser (2004), outra via potencial para aumentar ácidos graxos poli-insaturados em tecidos de ruminantes é explorar raças com uma capacidade aumentada para depositar estes ácidos graxos ou depositar ácidos graxos da série Ω 3, em preferência aos da série Ω 6. Portanto, de acordo com os resultados, a inclusão de 5,4% de gordura protegida na dieta parece ser capaz de inibir as enzimas produtoras dos ácidos graxos da série dos Ω , porém essa inibição pode ser menor em determinada genética, de acordo com os resultados dos cordeiros Black Dorper x Santa Inês.

Uma dieta saudável deveria apresentar, segundo Daley et al. (2010), aproximadamente, de uma a quatro vezes mais Ω 6 que Ω 3. No presente trabalho, os valores dos Ω 6 superam e muito os de Ω 3, sendo acima de 10 nas duas dietas experimentais, com valor significativamente superior para a carne dos cordeiros que consumiram dieta com gordura protegida (Tabela 11).

Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade da carne dos cordeiros foram maiores ($P < 0,05$) nos animais que receberam a gordura protegida na dieta (Tabela 12). A explicação de por que a gordura protegida aumentou esses índices provavelmente foi devido à inibição das enzimas Δ 9 dessaturase (Tabela 10), prejudicando a deposição de alguns ácidos graxos considerados benéficos, confirmado pela menor ($P < 0,05$) do somatório de ácidos graxos desejáveis (ADG). Em experimento com ovinos Santa Inês, Arruda (2010) relata que o

valor para o índice de aterogenicidade foi de 0,60 a 0,67; ou seja, muito próximo ao encontrado no presente trabalho.

Os cinco grupos genéticos desse experimento não se diferenciaram ($P>0,05$) entre si para os índices de aterogenicidade e trombogenicidade, também não afetaram o somatório dos ácidos graxos insaturados nem o esteárico. Os ácidos graxos insaturados junto ao esteárico formam o grupo de ácidos graxos desejáveis (AGD) (Tabela 12). Já Batista (2008), encontrou melhor índice de aterogenicidade nos cordeiros do grupo genético Dorper x Santa Inês quando comparados ao Santa Inês puro ($P<0,05$).

Os ácidos graxos C18:2 c9t11 e C18:2 t10c12 sofreram interação entre dieta e grupo genético, e portanto, efeitos desdobrados (Tabelas 13 e 14). Troegeler-Meynadier et al. (2006) confirmaram que alta concentração de ácido linoleico inibe a redução de CLA em C18:1 trans e este em ácido esteárico, dessa forma aumenta a concentração de CLA no rúmen. No entanto, alta concentração de ácido linolênico, inibiu a isomerização do ácido linoleico que levou a menor concentração de CLA e maior de C18:1 trans no rúmen. A explicação desse resultado pode ser devido ao baixo pH ruminal em função do baixo teor de fibra das dietas experimentais, o que altera a rota metabólica da biohidrogenação ruminal, diminuindo a produção do C18:2 c9t11, como produto intermediário da biohidrogenação incompleta, e aumentando a produção do C 18:2 t10c12 que também é um produto intermediário da biohidrogenação incompleta. Porém, as bactérias formadoras desse CLA são mais tolerantes a pH ácido. A concentração de CLA na carne de ruminantes é superior, quando comparada a outros animais, em virtude deste ácido graxo ser um intermediário da biohidrogenação ruminal do ácido linoleico (HARFOOT; HAZLEWOOD, 1997). Assim, se a biohidrogenação não for completa, este poderá ser absorvido pelo epitélio intestinal e fará parte da gordura animal (LADEIRA; OLIVEIRA, 2007).

Tabela 42 Ácidos graxos desejáveis (AGD), índice de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) e do músculo *Longissimus Dorsi* de cordeiros em função dos grupos genéticos (GG), da dieta, da interação desses dois fatores

	Dieta ¹		Grupo genético ²					Pr>F ³		
	CON	GP	BD	WD	TE	LA	SI	Dieta	GG	DxGG
AGD	71,1 ± 0,6	66,6 ± 0,6	69,0 ± 0,8	69,5 ± 0,9	69,4 ± 0,9	67,2 ± 1,0	69,3 ± 1,1	<,001	0,496	0,077
IA	0,68 ± 0,01	0,71 ± 0,01	0,69 ± 0,01	0,70 ± 0,01	0,67 ± 0,01	0,69 ± 0,01	0,71 ± 0,01	0,028	0,325	0,850
IT	1,11 ± 0,13	1,65 ± 0,12	1,23 ± 0,17	1,29 ± 0,19	1,37 ± 0,17	1,72 ± 0,21	1,29 ± 0,23	0,003	0,458	0,382

¹Dieta controle e com 5,4% de gordura protegida; ²Grupo genético Black Dorper x Santa Inês, White Dorper x Santa Inês, Texel x Santa Inês, Lacaune x Santa Inês e Santa Inês x Santa Inês; ³Teste de Tukey (5%).

Tabela 53 Percentual dos CLA C18:2 c9 t11 e C18:2 t10c12 no músculo *Longissimus Dorsi* de cordeiros em função dos grupos genéticos(GG), da dieta, da interação desses dois fatores

	Dieta ¹		Grupo genético ²					Pr>F ³		
	CON	GP	BD	WD	TE	LA	SI	Dieta	GG	DxGG
c9 t11	0,48 ± 0,02	0,30 ± 0,02	0,39 ± 0,03	0,36 ± 0,03	0,37 ± 0,03	0,39 ± 0,03	0,45 ± 0,03	<.001	0,404	0,067
t10c12	0,01 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,04 ± 0,01	<.001	0,208	0,044

¹ Dieta controle e com 5,4% de gordura protegida; ² Grupo genético Black Dorper x Santa Inês, White Dorper x Santa Inês, Texel x Santa Inês, Lacaune x Santa Inês e Santa Inês x Santa Inês; ³ Teste de Tukey (5%).

Tabela 64 Percentual dos CLA C18:2 c9 t11 e C18:2 t10c12 no músculo *Longissimus Dorsi* de cordeiros em função da interação dos grupos genéticos(GG) com a dieta

CLA	Dieta	Grupo genético				
		BD	WD	TE	LA	SI
C18:2 c9t11	Controle	0,43 ± 0,04 aA	0,39 ± 0,04 aA	0,47 ± 0,04 aA	0,51 ± 0,04 aA	0,58 ± 0,05 aA
	Gordura	0,34 ± 0,04 aA	0,32 ± 0,04 aA	0,27 ± 0,03 aB	0,27 ± 0,04 aB	0,31 ± 0,05 aB
C18:2 t10c12	Controle	0,01 ± 0,01 aB	0,00 ± 0,01 aB	0,00 ± 0,01 aA	0,00 ± 0,01 aA	0,04 ± 0,01 aA
	Gordura	0,08 ± 0,01 aA	0,10 ± 0,01 aA	0,05 ± 0,01 aA	0,05 ± 0,01 aA	0,04 ± 0,01 aA

¹ Dieta controle e com 5,4% de gordura protegida; ² Grupo genético Black Dorper x Santa Inês, White Dorper x Santa Inês, Texel x Santa Inês, Lacaune x Santa Inês e Santa Inês x Santa Inês; ³ Letras minúscula representa diferença pelo Teste de Tukey (5%) na linha e maiúscula na coluna.

De acordo com Martin e Jenkins (2002), o pH ruminal é o principal fator que influencia a formação de CLA e C18:1 trans durante a biohidrogenação. Em experimento com incubação de líquido ruminal por 24 horas, no pH abaixo de 6,0, a quantidade dos produtos da biohidrogenação foi sempre menor do que em pH 7,0 (TROEGELER-MEYNADIER et al., 2003). Em outro trabalho, os mesmos autores descobriram que um pH baixo (pH 6,0), resultou em menor quantidade de C18:1 t11 em comparação com um pH mais elevado (pH 7,0), mas a concentração de C18:1 t10 foi superior. Um pH baixo inibe isomerização inicial e a segunda redução (C18:1 t11 em ácido esteárico), levando a uma acumulação de C18:1 t11 em culturas de rúmen (TROEGELER-MEYNADIER et al., 2006). Choi et al. (2005) relataram que o CLA c9 t11 é produzido por bactérias do rúmen em pH maior do que 6,2, enquanto que a produção do CLA t10 c12 é maior em pH menor. A explicação foi a maior tolerância dessas bactérias produtoras do CLA t10 c12 ao pH ácido. A redução do pH ruminal pode afetar as bactérias celulolíticas (QIU et al., 2004) e o crescimento e metabolismo de fungos do rúmen (JENKINS, 2013). Em cultura de fungos do rúmen, o pH 6,5 foi ótimo para a biohidrogenação e o pH 7,0 foi ótimo para a produção de CLA por fungos no rúmen (NAM; GARNSWORTHY, 2007).

Os cordeiros Santa Inês puros e os cruzados Texel e Lacaune apresentaram diminuição do C18:2 c9t11, enquanto que os cruzados Black e White Dorper não tiveram alteradas as proporções desse ácido graxo quando a gordura protegida foi utilizada na dieta. Os cordeiros cruzados Black e White Dorper foram os únicos que não aumentaram a quantidade de C18:2 t10c12 quando a gordura protegida foi incluída na dieta (Tabela 14). Esse resultado evidencia haver outras rotas endógenas de produção do C 18:2 t10c12, e não apenas no rúmen. Rotas já mencionadas no presente trabalho que envolvem a atividade da Δ^9 -dessaturase C18 no tecido, as quais provavelmente são influenciadas pela genética do animal.

Os resultados referentes ao CLA no presente trabalho confirmam que esse ácido graxo é dependente da dieta do animal. Dentre os objetivos de se estudar o ácido linoleico conjugado, destaca-se a sua atuação na prevenção da arteriosclerose (NICOLOSI et al., 1997), como agente anticancerígeno (HÁ; GRIMM; PARIZA, 1987), na resposta imune em humanos (COOK et al., 1993), assim como, na redução dos lipídios corporais e no aumento da massa muscular em diversas espécies de animais (TISCHENDORF; MOCKEL; SCHONE, 2002). No que diz respeito a essas doenças ligadas ao coração, os resultados encontrados para CLA corroboram com os resultados encontrados para estimação dos índices de aterogenicidade e trombogenicidade (Tabela 12), indicando uma piora da carne dos animais que receberam a gordura protegida.

Os ácidos graxos de cadeia menores 16 carbonos, somados ao C16:0 i, C17:0 i e C17:1, apresentados na tabela 16, e somados entre si, representam aproximadamente 1 a 2%, exceção feita ao C14:0, que teve média de 2,48% dos ácidos graxos, e foi representado na Tabela 9. O baixo percentual dos ácidos graxos de cadeia menores, provavelmente se deve a lipogênese e β -oxidação nos tecidos adiposos, em que os ácidos graxos menores são acrescidos de moléculas de acetato até o número de 16 carbonos.

Foi observado menor ($P < 0,05$) deposição de ácidos graxos com número ímpar de carbonos no músculo dos cordeiros que consumiram dieta com 5,4% de gordura protegida (Tabela 15). Como já mencionado anteriormente, os lipídeos da membrana microbiana têm em sua composição os ácidos graxos de número ímpar (VLAEMINCK et al., 2006) oriundos da biohidrogenação ruminal. Considerando que esses ácidos graxos também estarão disponíveis para absorção, há um indicativo de que a proteção pelo sabão de cálcio provavelmente foi suficiente para limitar a síntese desses ácidos graxos no rúmen, limitando assim a absorção e proporção do mesmo na gordura do tecido muscular.

Tabela 75 Percentual dos ácidos graxos com número ímpar de carbono no músculo *Longissimus Dorsi* de cordeiros em função dos grupos genéticos (GG), da dieta, da interação desses dois fatores

	Dieta ¹		Grupo genético						Pr>F		
	CON	GP	BD	WD	TE	LA	SI	Dieta	GG	DxGG	
C 13:0 a ⁴	0,002 ± 0,01	0,000 ± 0,01	0,00 ± 0,01	0,00 ± 0,01	0,00 ± 0,01	0,00 ± 0,01	0,00 ± 0,01	0,028	0,072	0,210	
C 13:0	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,01 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,017	0,077	0,613	
C 15:0 i ⁵	0,07 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,063	0,108	0,717	
C 15:0 a	0,12 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,12 ^a ± 0,01	0,11 ^{ab} ± 0,01	0,10 ^{ab} ± 0,01	0,09 ^b ± 0,01	0,11 ^{ab} ± 0,01	0,002	0,033	0,799	
C 15:0	0,44 ± 0,02	0,39 ± 0,02	0,48 ^a ± 0,02	0,39 ^{ab} ± 0,03	0,43 ^{ab} ± 0,02	0,36 ^b ± 0,03	0,4 ^{ab} ± 0,03	0,021	0,019	0,628	
C 16:0 i	0,09 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,08 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,006	0,334	0,906	
C 17:0 i	0,26 ± 0,01	0,23 ± 0,01	0,28 ± 0,01	0,27 ± 0,01	0,22 ± 0,01	0,22 ± 0,02	0,23 ± 0,02	0,022	0,046	0,373	
C 17:1	0,88 ± 0,04	0,57 ± 0,04	0,77 ^{ab} ± 0,05	0,65 ^{ab} ± 0,06	0,87 ^a ± 0,05	0,62 ^b ± 0,06	0,72 ^{ab} ± 0,07	<.001	0,031	0,196	

¹ Dieta controle e com 5,4% de gordura protegida; ² Grupo genético Black Dorper x Santa Inês, White Dorper x Santa Inês, Texel x Santa Inês, Lacaune x Santa Inês e Santa Inês x Santa Inês; ³ Letras diferentes na linha representa diferença pelo Teste de Tukey (5%).⁴ anteiso; ⁵ isso.

Os ácidos graxos iso e anteiso, são ácidos graxos ramificados com grupo metil. Recebem essa classificação em função da posição do grupo metil, a qual sendo no último carbono denominada de iso, e no penúltimo carbono, denominada de anteiso (FENNEMA, 1996 citado por FAGUNDES; MODESTO; SOUZA, 2012). No presente trabalho, foi observado que o uso de gordura protegida fez com que se apresentassem em menores ($P < 0,05$) proporções na carne quando comparado à carne dos animais da dieta controle. A importância em estudar esses ácidos graxos na carne ovina está diretamente relacionada à aceitabilidade da carne pelo fato desses ácidos graxos terem influência sobre o sabor. De acordo com Mottram (1998), o sabor que caracteriza as carnes das diferentes espécies está diretamente associado com a fração lipídica presente na gordura intramuscular. Lindsay (1993) e Wong, Nixon e Johnson (1975) afirmam que o aroma característico da carne ovina está relacionado com a presença de alguns ácidos graxos de cadeia média, especialmente aqueles de cadeia ramificada contendo um grupamento metil, que geralmente são abundantes na carne ovina. Segundo o mesmo autor, a elevada proporção de ácidos graxos metilados na carne ovina justifica-se pelo processo de fermentação ruminal que produz acetato, propionato e butirato, sendo que a maioria dos ácidos graxos é biossintetizada a partir do acetato, e como algumas cadeias ramificadas contendo metil são formadas, em função da presença de propionato, quando alguns fatores dietéticos ou de outra ordem aumentam a concentração de propionato no rúmen formam-se maiores quantidades de ácidos graxos ramificados com grupos metil. No presente trabalho, é provável que na dieta controle tenha propiciado melhores condições ruminais para a síntese desses ácidos graxos metilados, e conseqüentemente, a carne desses animais apresentaram maiores proporções desses. Priolo et al. (2002) concluíram que os ácidos graxos de cadeia ramificada são os responsáveis pelo sabor característico

da carne de ovinos, sendo a dieta baseada em grãos a principal fonte destes ácidos graxos ramificados.

O grupo genético influenciou o C15:0 anteiso, o C15:0 e o C17:1 (Tabela 15). Para os ácidos graxos C15:0 anteiso e C15:0, os cordeiros cruzados Black Dorper apresentaram maiores ($P < 0,05$) proporções quando comparados aos cordeiros cruzados Lacaune. Já para o ácido graxo C17:1, a carne de cordeiros cruzados Texel apresentou maiores proporções comparada a carne dos cruzados Lacaune. Apesar da influência maior da dieta sobre o perfil de ácidos graxos na carne de ovinos, a variabilidade genética também deve ser considerada (COSTA ALVARENGA et al., 2015; HOPKINS; MORTIMER, 2014; MADRUGA et al., 2005).

5 CONCLUSÃO

O uso de 5,4% de gordura protegida (sabão de cálcio) na dieta não altera o desempenho, a qualidade da carcaça e a composição química da carne de cordeiros em terminação.

O perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros alimentados com 5,4 % de gordura protegida é alterado.

Cordeiros cruzados, oriundos de acasalamentos entre matrizes Santa Inês com reprodutores das raças Santa Inês, Lacaune, Texel, Black Dorper e White Dorper não se diferenciam no desempenho e perfil de ácidos graxos na carne, quanto ao uso de dietas contendo ou não gordura protegida. Entretanto, há um indicativo de que os CLAs (C18:2 c9t11 e C18:2 t10c12) depositados na carne possam ter sua expressão dependente da genética, associado com a variação nutricional.

REFERÊNCIAS

- 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.
- 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, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, p. 1598-1624, 2000.
- ALVES, K. S. et al. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: características de carcaça e constituintes corporais. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1927-1936, 2003.
- ARAÚJO FILHO, J. T. et al. Desempenho e composição da carcaça de cordeiros deslanados terminados em confinamento com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 2, p. 363-371, 2010.
- 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.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. 18th ed. Gaithersburg, 2006.
- AUROSSEAU, B. et al. Indoor fattening of lambs raised on pasture: (1) Influence of stall finishing duration on lipid classes and fat acids in the Longissimus thoracis muscle. **Meat Science**, Barking, n. 76, p. 241-252, 2007.

BANSKALIEVA, V.; SAHLU, T.; GOETSCH, A. L. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 37, n. 3, p. 255-268, 2000.

BATISTA, A. S. M. **Qualidade de carne de ovinos Morada Nova, Santa Inês e Cruzados Dorper x Santa Inês submetidos a dietas com diferentes concentrações energéticas**. 2008. 127 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2008.

BAUMAN, D. E. et al. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, p. 1-15, 1999. Disponível em: <<http://www.agrireseau.qc.ca/bovinsboucherie/documents/CLA.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2015.

BAUMAN, D. E. et al. **New perspectives on lipid digestion and metabolism in ruminants**. 2003. Disponível em: <http://www.remugants.cat/2/upload/2003_cnc_bauman_et_al.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2015.

BAUMAN, D. E.; LOCK, A. L. **Concepts in lipid digestion and metabolism in dairy cows**. 2006. Disponível em: <<http://tristatedairy.osu.edu>>. Acesso em: 22 jun. 2015.

BAUMGARD, L. H. et al. Identification of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis. **American journal of physiology: regulatory, integrative and comparative physiology**, Bethesda, v. 278, p. 179-184, 2000.

BENSON, J. A.; REYNOLDS, C. K. Effects of abomasal infusion of long-chain fatty acids on splanchnic metabolism of pancreatic and gut hormones in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, p. 1488-1500, 2001.

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 Technology**, Weinheim, v. 109, p. 868-878, 2007.

BLOCK, E. et al. Calcium salts are highly digestible. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 77, p. 1-7, 2005.

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.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Normas de abate**. 2000. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 23 mar. 2010.

BREMMER, D. F. et al. Effects of chain length and unsaturation of fatty acid mixtures infused into the abomasum of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 176-188, 1998.

CABRAL, L. S. et al. Estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 9, n. 3, p. 529-542, 2008.

CASTRO, T. et al. Fatty acid composition and carcass characteristics of growing lambs fed diets containing palm oil supplements. **Meat Science**, Barking, v. 69, p. 757-764, 2005.

CHOI, B. R.; PALMQUIST, D. L. High fat diets increase plasma cholecystokinin and pancreatic polypeptide, and decrease plasma insulin and feed intake in lactating dairy cows. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 126, p. 2913-2919, 1996.

CHOI, N. J. et al. Effect of pH and oxygen on conjugated linoleic acid (CLA) production by mixed rumen bacteria from cows fed high concentrate and high forage diets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 123/124, p. 643-653, 2005.

CHRISTIE, W. W. **Lipid analysis**. 2nd ed. Oxford: Pergamon, 1982. 207 p.

CHURCH, D. C. **Digestive physiology and nutrition of ruminants**. 2nd ed. Corvallis: O&B Books, 1979. 452 p.

COCKETT, N. E. et al. The callipyge mutation and other genes that affect muscle hypertrophy in sheep. **Genetics Selection Evolution**, Paris, v. 37, p. 65–81, 2005.

COOK, M. E. et al. Immune modulation by altered nutrient metabolism: nutritional control of immune-induced growth depression. **Poultry Science**, College Station, v. 72, p. 1301-1305, 1993.

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.

COSTA ALVARENGA T. I. R. et al. Manipulation of Omega-3 PUFAs in Lamb: Phenotypic and genotypic views. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Hoboken, v. 14, p. 189-204, 2015.

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

COUTO, F. A. d'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: EMEPA, 2003. 1 CD ROM.

DALEY, C. A. et al. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition Journal**, London, v. 9, n. 1, p. 10, 2010.

DANIEL, Z. C. T. R. et al. Insulin and dexamethasone regulate stearoyl-CoA desaturase mRNA levels and fatty acid synthesis in ovine adipose tissue explants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 231–237, 2004.

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

DERVISHI, E. et al. Effect of the feeding system on the fatty acid composition, expression of the $\Delta 9$ -desaturase, peroxisome proliferator-activated receptor alpha, gamma, and sterol regulatory element binding protein 1 genes in the semitendinosus muscle of light lambs of the Rasa Aragonesa breed. **BMC Veterinary Research**, London, v. 6, p. 1-11, 2010.

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.

DRACKLEY, J. K. et al. Infusion of long-chain fatty acids varying in saturation and chain length into the abomasums of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, p. 1517-1526, 1992.

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

ELMORE, J. S. et al. Effect of the polyunsaturated fatty acid composition of beef muscle on the profile of aroma volatiles. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 47, p. 1619-1625, 1999.

ESTANY, J. et al. A functional variant in the stearoyl-coa desaturase gene promoter enhances fatty acid desaturation in pork. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 9, p. 1-11, 2014.

FAGUNDES, G. M.; MODESTO, E. C.; SOUZA, V. C. Ácidos graxos de cadeia ímpar e ramificada do leite. **Revista de Ciência da Vida**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 2, p. 23-33, jul. /dez. 2012.

FERNANDES, A. R. M. et al. Desempenho e características qualitativas da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento alimentados com dietas contendo soja grão ou gordura protegida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 8, p. 1822-1829, 2011.

FERREIRA, C. B. et al. Utilização de gordura inerti na dieta de ruminantes. In: SEMANA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFMG, 2., 2009, Bambuí. **Anais...** Bambuí: IFMG, 2009. 1 CD ROM.

FRENCH, P. et al. 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, p. 2849-2855, 2000.

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" ... **Proceedings...** Malta: Springer, 2007. p. 9-11.

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.; LEOPOLDINO JÚNIOR, I. "Influência do manejo produtivo na qualidade da carne caprina e ovina." **World**, Aracajú, SE, v. 1, p. 267-281, 2011.

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, 2007. 1 CD ROM.

GIBB, D. J. et al. Effect of full-fat hemp seed on performance and tissue fatty acids of feedlot cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 223-230, 2005.

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.

GONÇALVES, A.; DOMINGUES, J. D. Uso de gordura protegida na dieta de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, [S. l.], v. 4, p. 475-486, 2007.

GRAINGER, C.; CLARKE, T.; ECKARD, R. J. "Effect of whole cottonseed supplementation on energy and nitrogen partitioning and rumen function in dairy cattle on a forage and cereal grain diet." **Animal Production Science**, Melbourne, v. 48, n. 7, p. 860-865, 2008.

GRUNDY, S. M. Influence of stearic acid in cholesterol metabolism relative to the other long chain fatty acids. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 60, p. 986, 1994.

HA, Y. L.; GRIMM, N. K.; PARIZA, M. W. "Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid." **Carcinogenesis** Oxford, v. 8, n. 12, p. 1881-1887, 1987.

HADDAD, S.; YOUNIS, H. The effect of adding ruminally protected fat in fattening diets on nutrient intake, digestibility and growth performance of Awassi lambs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 113, p. 61-69, 2004.

HAMMOND, K.; GRASER, H. U.; MCDONALD, C. A. **Animal breeding: the modern approach**. Sidney: University of Sydney, 1992. 257 p.

HARA, A.; RADIN, N. S. Lípid extraction of tissues with low-toxicity solvent. **Analytical Biochemistry**, Houston, v. 90, n. 6, p. 420-426, 1987.

HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P. N. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. London: Elsevier, 1997. p. 285-322.

HARFOOT, C. G.; NOBLE, R. C.; MOORE, J. H. Factors influencing the extent of biohydrogenation of linoleic acid by rumen micro-organisms in vitro. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 24, p. 961–970, 1973.

HARNACK, K.; ANDERSEN, G.; SOMOZA, V. Quantitation of alpha-linolenic acid elongation to eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid as affected by the ratio of n6/n3 fatty acids. **Nutrition and Metabolism**, Basel, v. 6, p. 1–11, 2009.

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. Suppl.

HOLST, J. J. Gut hormones as pharmaceuticals. From enteroglucagon to GLP-1 and GLP-2. **Regulatory Peptides**, Amsterdam, v. 93, p. 45-51, 2000.

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. et al. Sire and growth path effects on sheep meat production. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 47, p. 1219–1228, 2007.

HOPKINS, D. L.; MORTIMER, S. I. Effect of genotype, gender and age on sheep meat quality and a case study illustrating integration of knowledge. **Meat Science**, Barking, v. 98, p. 544–555, 2014.

HOPKINS, P. N. et al. "Familial hypercholesterolemias: prevalence, genetics, diagnosis and screening recommendations from the National Lipid Association Expert Panel on Familial Hypercholesterolemia." **Journal of Clinical Lipidology**, New York, v. 5, n. 3, p. 9-17, 2011. Suppl.

HUANG, Y.; SCHOONMAKER, J. P.; OREN, S. L. Calcium salts of CLA improve availability of dietary CLA. **Livestock Science**, Foulum, v. 122, n. 1, p. 1-7, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Pecuária Municipal**. 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 nov. 2014.

JAKOBSSON, A.; WESTERBERG, R.; JACOBSSON, A. Fatty acid elongases in mammals: their regulation and roles in metabolism. **Progress in Lipid Research**, Oxford, v. 45, n. 3, p. 237-249, 2006.

JENKINS, T. C. BH in the rumen: the gateway to seeing benefits from fat supplements. In: ANNUAL SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE, 28., 2013, Tempe. **Proceedings...** Tempe: The University of Arizona, 2013. 1 CD ROM.

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

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.

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.

KIM, H. J.; MIYAZAKI, M.; NTAMBI, J. M. Dietary cholesterol opposes PUFA-mediated repression of the stearoyl-CoA desaturase-1 gene by SREBP-1 independent mechanism. **The Journal of Lipid Research**, Bethesda, v. 43, p. 1750–1757, 2002.

KOSGEY, I. S. et al. Successes and failures of small ruminant breeding programs in the tropics: a review. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 61, n. 1, p. 13-28, 2006.

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.

KUS, M. M. M.; AUED-PIMENTEL, S.; MANCINI FILHO, J. Comparação de metodologias analíticas para determinação de lipídios e ácidos graxos polinsaturados por cromatografia gasosa em fórmula infantil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 68, n. 1, p. 12-20, 2009.

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.

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.

LEOPOLDINO JÚNIOR, I. **Perfil de ácidos graxos na carne de cordeiros santa inês alimentados com gordura protegida e vitamina E**. 2011. 153 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

LINDSAY, R. C. Flavor. In: FENNEMA, O. R. (Ed.). **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1993. p. 659-708.

LITHERLAND, N. B. et al. Dry matter intake is decreased more by abomasal infusion of unsaturated free fattyacids than by unsaturated triglycerides. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 632-643, 2005.

LORENZ, S. et al. Influence of keeping system on fatty acid composition in the longissimus muscle of bulls and odorants formed after pressure-cooking. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 214, p. 112-118, 2002.

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

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.

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

MANNEN, H. Genes associated with fatty acid composition of beef. **Food Science and Technology Research**, Tsukuba, v. 18, n. 1, p. 1-6, 2012.

MANTZIORIS, E. et al. "Differences exist in the relationships between dietary linoleic and alpha-linolenic acids and their respective long-chain metabolites". **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 61, n. 2, p. 320-324, 1995.

MAO, H. L. et al. Fatty acid profiles and stearyl-coa desaturase gene expression in Longissimus dorsi muscle of growing lambs influenced by addition of tea saponins and soybean oil. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 25, p. 648-652, 2012.

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

MARTIN, C. et al. Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 10, p. 2642-2650, 2008.

MARTIN, S. A; JENKINS, T. C. Factors affecting conjugated linoleic acid and trans-C18:1 fatty acid production by mixed ruminal bacteria. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 3347-3352, 2002.

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.

MERTENS, R.; DEUS-NEUMANN, B.; WEILER, W. "Monoclonal antibodies for the detection and quantitation of the endogenous plant growth regulator, abscisic acid." **FEBS Letters**, Amsterdam, v. 160, n. 1, p. 269-272, 1983.

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**, Amsterdam, v. 36, p. 25-31, 2000.

MORTIMER, S. I, et al. Genetic parameters for meat quality traits of Australian lamb meat. **Meat Science**, Barking, v. 96, p. 1016–1024, 2014.

MOSLEY, E. E. et al. Microbial BH of oleic acid to trans isomers in vitro. **Journal of Lipid Research**, Bethesda, v. 43, p. 290-296, 2002.

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

MOULIN, C. H. S. **Efeito da suplementação com gordura protegida na qualidade da carne de ovinos**. 2012. 69 p. Tese (Doutorado em produção vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2012.

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.

NAKAMURA, M. T.; NARA, T. Y. Gene regulation of mammalian desaturases. **Biochemical Society Transactions**, London, v. 30, p.1076–1079, 2002.

NAM, I. S.; GARNSWORTHY, P. C. BH of linoleic acid by rumen fungi compared with rumen bacteria. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 103, p. 551-556, 2007.

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

NICOLOSI, R. J. et al. Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoproteins and early atherosclerosis in hypercholesterolemic hamsters. **Artery**, Fulton, v. 22, p. 266-277, 1997.

NOCI, F. et al. The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of grazing heifers supplemented with plant oil-enriched concentrates. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 1062–1073, 2007.

NUERNBERG, K. et al. Effect of grass vs. concentrate feeding on the fatty acid profile of different fat depots in lambs. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Berlin, v. 107, p. 737–745, 2005.

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

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. **Estatísticas FAO**. 2013. Disponível em: <www.fao.org>. Acesso em: 22 set. 2014.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. **Estatísticas FAO**. 2015. Disponível em: <www.faostat.fao.org>. Acesso em: 15 set. 2015.

ORTIZ, L. F. P. **Níveis crescentes de gordura protegida na terminação de cordeiros em confinamento**. 2011. 73 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2011.

PALMQUIST, D. L.; ST. PIERRE, N.; MCCLURE, K. E. Tissue fatty acid profiles can be used to quantify endogeneous rumenic acids synthesis in lambs. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 134, p. 2407–2414, 2004.

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.

PERFIELD II, J. W. et al. Trans-9, cis-11 conjugated linoleic acid (CLA) reduces milk fat synthesis in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 2211-2218, 2007.

PERINI, J. A. L. et al. Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids: metabolism in mammals and immune response. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n. 6, p. 1075-1086, 2010.

PINTO, A. P. P. et al. Performance and carcass characteristics of lambs fed diets with fat and vitamin E. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 12, p. 2911-2921, 2011.

POLÁN, C. E.; MCNEILL, J. J.; TOVE, S. B. BH of unsaturated fatty acids by rumen bacteria. **Journal of Bacteriology**, Washington, v. 88, p. 1056-1064, 1964.

PRIOLO, A. et al. Effect of grass or concentrate feeding systems on lamb carcass and meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 62, p. 179–185, 2002.

QIU, X. et al. Effects of substrate, passage rate, and pH in continuous culture on flows of conjugated linoleic acid and trans-C18:1. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, p. 3473-3479, 2004.

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**, Barking, v. 66, n. 2, p. 307-315, Feb. 2004.

RAINERI, C.; SANTOS, F. F.; GAMEIRO, A. H. Ovinocultura de corte no Brasil: balanço de 2013 e perspectivas para 2014. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 12-17, 2014.

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

SAEBO, A. et al. Effect of abomasal infusions of geometric isomers of 10,12 conjugated linoleic acid on milk fat synthesis in dairy cows. **Lipids**, Champaign, v. 40, p. 823-832, 2005.

SAINZ, R. D. Qualidade das carcaças e da carneovina e caprina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 3-14.

SANTANA, G. Z. M.; NEIVA, J. N. M.; OLIVEIRA, A. L. Rendimentos de carcaça e de cortes carneos de cordeiros santa Inês alimentados com dietas contendo subprodutos agroindustriais. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande: SBZ, 2004.

SANTOS, C. L.; PÉREZ, J. R. O. Cortes comerciais de cordeiros Santa Inês. In: ENCONTRO MINEIRO DE OVINOCULTURA, 1., 2000, Lavras. **Anais...**Lavras: UFLA. 2000. 1 CD ROM.

SANTOS, C. L. et al. Desenvolvimento relativo dos tecidos ósseo, muscular e adiposo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 487-492, 2001.

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

SCOLLAN, N. D. et al. Enhancing the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 97, p. 384–394, 2014.

SCOLLAN, N. D. et al. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. Br. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 85, p. 115-124, 2001.

SEABROOK, J. L.; PEEL, R. K.; ENGLE, T. E. The effects of replacing dietary carbohydrate with calcium salts of fatty acids on finishing lamb feedlot performance, blood metabolites, muscle fatty acid composition, and carcass characteristics. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 95, p. 97–103, 2011.

SHERESTHA, J. N. B.; FAHMY, M. H. Breeding goats for meat production: a review. 1. Genetic resources, management and breed evaluation. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 58, n. 2, p. 93-106, 2005.

SHINGFIELD, K. J.; BONNET, M.; SCOLLAN, N. D. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. **Animal**, Cambridge, v. 7, p. 132–162, 2013.

SHINGFIELD, K. J. et al. Examination of the persistency of milk fatty acid composition responses to fish oil and sunflower oil in the diet of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 714–732, 2006.

SINCLAIR, L. A. Nutritional manipulation of the fatty acid composition of sheep meat: a review. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 145, p. 419–434, 2007.

SOARES, S. B. et al. Performance, carcass characteristics and non-carcass components of Texel× Santa Inês lambs fed fat sources and monensin. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 41, n. 2, p. 421-431, 2012.

SUN, W. et al. The effect of feeding soyabeans with different particle size on the content of conjugated linoleic acid and other fatty acids of longissimus dorsi muscle, backfat and liver of beef cattle. **Journal of Animal and Feed Sciences**, Jablona, v. 18, p. 388–398, 2009.

TISCHENDORF, F.; MOCKEL, P.; SCHONE, F. Effect of dietary conjugated linoleic acids on the distribution of fatty acids in serum lipoprotein fractions and different tissues of growing pigs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 86, p. 313-325, 2002.

TROEGELER-MEYNADIER, A.; BRET-BENNIS, L.; ENJALBERT, D. F. Rates and efficiencies of reactions of ruminal BH of linoleic acid according to pH and polyunsaturated fatty acids concentrations. **Reproduction Nutrition Development**, Les Ullis, v. 46, p. 713-724, 2006.

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

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

VASTA, V. et al. Metabolic fate of fatty acids involved in ruminal biohydrogenation in sheepfed concentrate or herbage with or without tannins. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 2674-2684, 2009.

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.

VLAEMINCK, B. et al. Factors affecting odd- and branched-chain fatty acids in milk: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 131, p. 389-417, 2006.

WACHIRA, A. M. et al. Effects of dietary fat source and breed on the carcass composition, n₃ polyunsaturated fatty acid and conjugated linoleic acid content of sheep meat and adipose tissue. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 88, p. 697-709, 2002.

WONGWATHANARAT, P. et al. "Two fatty acid Δ 9-desaturase genes, *ole1* and *ole2*, from *Mortierella alpina* complement the yeast *ole1* mutation." **Microbiology**, New York, v. 145, n.10, p. 2939-2946, 1999.

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

WOODWARD, J.; WHEELLOCK, V. Consumer attitudes to fat in mea. In: WOOD, J. D.; FISHER A.V. **Reducing fat in meat animals**. London: Elsevier, 1990. p. 66-100.

WONG, E.; NIXON, L. N.; JOHNSON, B. C. Volatile medium chain fatty acids and mutton savor. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 23, p. 495-498, 1975.

WYLIE, A. R. G.; CHESTNUTT, D. M. B.; KILPATRICK, D. J. Growth and carcass characteristics of heavy slaughter weight lambs: effects of sire breed and sex of lamb and relationships to serum metabolites and IGF-1. **Animal Science**, Penicuik, v. 64, p. 309-318, 1997.

ZEN, S.; SANTOS, M. C.; MONTEIRO, C. M. **Evolução da caprino e ovinocultura** 2. ed. Brasília: SENAR, 2014.

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.

ZINN, R. A. et al. Influence of ruminal biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 1738–1746, 2000.