



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

PAULO CÉSAR LOPES DE ARRUDA

**TEOR DE LIPÍDEOS TOTAIS, COLESTEROL E PERFIL DE
ÁCIDOS GRAXOS NA CARNE DE CORDEIROS DA RAÇA SANTA
INÊS ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS
ENERGÉTICOS**

**FORTALEZA
CEARÁ - BRASIL**

2010

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

PAULO CÉSAR LOPES DE ARRUDA

**TEOR DE LIPÍDEOS TOTAIS, COLESTEROL E PERFIL DE
ÁCIDOS GRAXOS NA CARNE DE CORDEIROS DA RAÇA SANTA
INÊS ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS
ENERGÉTICOS**

Dissertação submetida à coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia. Área de Concentração: Nutrição de Ruminantes.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Elzânia Sales Pereira

**FORTALEZA
CEARÁ – BRASIL
2010**

A819t Arruda, Paulo César Lopes de.
Teor de lipídeos totais, colesterol e perfil de ácidos graxos na carne de cordeiros da raça santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. / Paulo César Lopes de Arruda – Fortaleza, 2010.
48 f. il.; color. enc.

Orientadora: Profa. Dra. Elzânia Sales Pereira
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Depto. de Zootecnia, Fortaleza, 2010.

1. Ácidos Graxos 2 Rações. I. Pereira, Elzânia Sales. (orient.)
II. Universidade Federal do Ceará – Programa de pós-graduação em Zootecnia. III. Título

CDD 636.08

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada à fonte – O autor”

PAULO CÉSAR LOPES DE ARRUDA

**TEOR DE LIPÍDEOS TOTAIS, COLESTEROL E PERFIL DE
ÁCIDOS GRAXOS NA CARNE DE CORDEIROS DA RAÇA SANTA
INÊS ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS
ENERGÉTICOS**

Dissertação submetida à coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia. Área de Concentração: Nutrição de Ruminantes.

Aprovação: ___ de _____ de 2010

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Elzânia Sales Pereira (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Dr. Marco Aurélio Delmondes Bomfim (Co-orientador)
Embrapa – Caprinos e Ovinos

Dra. Patrícia Guimarães Pimentel (Co-orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Arturo Bernardo Selaive Villarroel
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof^ª. Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro
Universidade Federal do Ceará – UFC

OFEREÇO

A Deus,

Por está sempre comigo, me dando força, coragem e principalmente determinação para buscar meus objetivos.

Aos Meus Pais

Pedro Otaviano e Maria de Lourdes pelos ensinamentos de toda uma vida, apesar de muitos contratempos sempre me mostraram o caminho da lealdade e sempre estiveram em todos os momentos me apoiando.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por serem simplesmente o meu norte

Em especial, a professora e orientadora Dra Elzânia Sales Pereira por ter confiado em mim nesse percurso profissional, término de graduação e orientação no mestrado, pelos conselhos e pelos seus ensinamentos não só acadêmicos, mas também lições de vida.

Ao Co-orientador e amigo Dr Marco Bomfim pela ajuda e apoio na realização das análises na Embrapa Caprinos e Ovinos.

A Co-orientadora Patrícia Pimentel, pelo apoio e incentivo durante a fase de escrever a dissertação e submissão do artigo.

A Universidade Federal do Ceará (UFC) junto ao corpo docente pela realização do curso de mestrado e que me deram o suporte acadêmico para execução do trabalho.

A fundação de apoio e amparo a pesquisa (FUNCAP) pela concessão da bolsa no qual pude custear meus gastos referentes a pesquisa

A minha colega, amiga e minha ídola Juliana, por ser responsável pela minha profissão de zootecnista e por me abrigar em sua casa em Sobral no período de execução das análises laboratoriais, pelas nossas brigas de amor e ódio, desde a época do cursinho e principalmente por estar junto de mim quando preciso.

Aos meus amigos de universidade, Sueli, Marquinhos, Rildson, Alexandre (bola), Danilo, Vitória, Rebeca Magda, Bia, Alessandra, Rebeca Kelly, Juliana, Wellington(Chico), Rosane, uns por ter me ajudado nas análises e outros por fazer parte de manejos diários.

A dona Luiza por ser praticamente a minha segunda mãe e que fui almoçar muitas vezes na sua casa, na qual sempre me recebeu de braços abertos e sempre foi muito atenciosa comigo nesse um ano e meio de curso.

Lipídeos totais, colesterol e perfil de ácidos graxos na carne de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com diferentes níveis de energia.

RESUMO

O presente estudo objetivou avaliar a influência de rações com diferentes níveis de energia metabolizável sobre o teor de totais, colesterol e perfil de ácidos graxos no músculo *longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês. Foram utilizados 20 cordeiros, com idade e peso de 50 dias e 13,0 kg \pm 0,56 kg, respectivamente, alimentados com rações contendo diferentes níveis energéticos: 2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal/kgMS. As rações influenciaram os teores de totais, colesterol total e o perfil do ácido graxo cis 10-, heptadecanóico e eicosanotrienóico ($P < 0,05$). As relações ácidos graxos poliinsaturados (AGPI): ácidos graxos saturados (AGS); AGPI: ácidos graxos monoinsaturados (AGM); AGM: AGS; ácidos graxos desejáveis, ω -6: ω -3, índice de aterogenicidade, índice de trombogenicidade, relação entre os ácidos graxos hipercolesterolêmicos e hipocolesterolêmicos e a relação (C18:0 + C18:1) : C16:0 não foram influenciadas pelos níveis energético ($P > 0,05$). A manipulação dietética influencia o perfil lipídico no *longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês.

Palavras Chaves: Ácidos graxos insaturados, Carne de cordeiro, Índice de aterogenicidade.

**Total lipids, cholesterol and fatty acid profile of lamb meat in Santa Ines fed
different levels of energy**

ABSTRACT

This study evaluated the influence of rations with different levels of metabolizable energy on the content of total lipids, cholesterol and fatty acid profile of the *longissimus dorsi* of Santa Ines lambs. Twenty Santa Ines lambs were used, with age and body weight of 50 days and $13.0 \text{ kg} \pm 0.56 \text{ kg}$, respectively, fed rations with different energy levels: 2.08; 2.28; 2.47 e 2.69 Mcal/kgDM. The rations influenced the content of total lipids, cholesterol and fatty acid profile of cis 10 -, heptadecanoic and eicosanotrienoic ($P < 0.05$). The relations polyunsaturated fatty acids (PUFA): saturated fatty acids (SFA); PUFA: monounsaturated fatty acids (MUA), MUA: SFA, desirable fatty acids, ω -6: ω -3, atherogenicity index, thrombogenicity index, relation between hypocholesterolemic and hypercholesterolemic fatty acids and the relation (C18:0+C18:1):C16:0 were not affected by energy levels ($P > 0.05$). The dietary manipulation influences the lipid profile in *longissimus dorsi* of Santa Ines lambs.

Key words - Atherogenicity index, Meat of lambs, Unsaturated fatty acids.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE TABELAS.....	x
INTRODUÇÃO.....	11
MATERIAL E MÉTODOS.....	17
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes em % MS.....	19
Tabela 2. Composição percentual e bromatológica das rações experimentais.....	19
Tabela 3. Média, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação (R^2), equações de regressão e nível de significância (P) para o consumo de nutrientes em ovinos Santa Inês submetidos a rações com diferentes níveis de energia.....	23
Tabela 4. Média, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação (R^2), equações de regressão e nível de significância (P) do perfil de ácidos graxos do <i>Longissimus dorsi</i> de ovinos Santa Inês alimentados com diferentes níveis de energia metabólica (EM).....	25
Tabela 5. Média, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação (R^2), equações de regressão e nível de significância (P) dos lipídeos totais, colesterol e das relações dos ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) e poliinsaturados (AGP), da carne de ovinos, Santa Inês submetidos a dietas com diferentes concentrações energéticas.....	27

INTRODUÇÃO

A evolução dos ruminantes capacitou estes animais a utilizarem os carboidratos constituintes da parede celular vegetal, os quais são resistentes às enzimas secretadas pelo trato gastrintestinal dos mamíferos, como principal fonte de energia (VAN SOEST, 1994). Isto só foi possível devido à simbiose existente entre esses animais e a diversa e numerosa população microbiana do seu rúmen-retículo, cujos microrganismos produzem enzimas específicas para a despolimerização dos constituintes da parede celular.

Da mesma forma, a proteína e dietéticos são sujeitos à ação microbiana anteriormente às enzimas secretadas pelo próprio animal. Esta ação microbiana altera a natureza dos constituintes dietéticos dramaticamente, fazendo com que o ruminante adaptasse o seu metabolismo de modos a utilizar os produtos da fermentação ruminal.

A degradação dos carboidratos e proteínas gera, basicamente, ácidos graxos voláteis, NH_3 , proteína microbiana e gases (CO_2 e CH_4), principalmente, os quais, com exceção dos gases, são utilizados pelo animal para atendimento dos seus requisitos em energia e aminoácidos. Os lipídeos, embora em pequena quantidade na dieta dos ruminantes em condições normais, são hidrolisados por lípases microbianas, liberando glicerol e ácidos graxos, os quais são normalmente, fermentados e biohidrogenados (insaturados), respectivamente (VAN SOEST, 1994).

A maioria das dietas dos ruminantes são formados por ácidos graxos insaturados, os quais são quase em sua totalidade hidrogenados pelas bactérias do rúmen. O processo de biohidrogenação é de suma importância, pois além de diminuir a concentração de insaturados, os quais são tóxicos aos microrganismos, contribuem para a retirada de íons H^+ do ambiente ruminal, evitando seu acúmulo.

O processo ainda confere uma peculiaridade aos ruminantes, que é a composição da gordura corporal diferente da dietética, uma vez que a hidrogenação dos ácidos graxos insaturados tem como principal produto o ácido esteárico.

Entretanto, em algumas condições dietéticas, o processo de biohidrogenação não se completa, permitindo a produção e a absorção pelo animal dos intermediários deste processo. Neste contexto, o ácido linoléico conjugado (CLA) é um dos intermediários que tem recebido grande interesse dos pesquisadores devido às descobertas do seu efeito no controle e prevenção do câncer.

O CLA refere-se ao conjunto de isômeros de posições e configurações do ácido

octadecadienóico, ou seja, ácido linoléico (C18: 2), os quais apresentam duplas ligações conjugadas, sendo separadas por uma única ligação carbono-carbono. Os seus isômeros são cis-cis, cis-trans e trans-trans com duplas ligações nas posições 9 e 11, 10 e 12 e, 11 e 13, sendo o isômero natural predominante em humanos e animais o ácido octadecadienóico cis-9, trans-11 (PARODI, 1977).

O CLA é um intermediário natural durante o processo de biohidrogenação microbiana no rúmen dos insaturados da dieta, onde, sob condições dietéticas normais, o ácido esteárico (C18:0) é o principal produto. Entretanto, em algumas condições, a biohidrogenação pode não ser completa, propiciando o aumento do seu fluxo para os intestinos e da sua concentração no leite. Portanto, o leite e seus derivados são a maior fonte na dieta humana (BESSA et al., 2000).

Devido à natureza saturada da gordura dos tecidos de ruminantes e a sua relação com as doenças cardiovasculares, tem havido uma grande pressão da medicina para a redução da ingestão de alimentos de origem dos ruminantes, principalmente a carne. Entretanto, esse quadro pode reverter-se, uma vez que foi descoberta a atividade anticarcinogênica do CLA, por meio de estudos onde este demonstrou-se ação inibitória sobre carcinomas epidermais, mamários e gastrintestinais. Os efeitos anticarcinogênicos são dependentes da dose, estendendo de 0,1 a 1 % da dieta (BESSA et al., 2000).

Embora o CLA esteja presente em uma série de alimentos, as principais fontes da dieta humana são os produtos oriundos dos ruminantes (Bessa et al., 2000). Desta forma, queijo e outros subprodutos do leite são excelentes fontes. Da mesma forma, a carne de ruminantes é uma importante fonte de CLA, sendo o valor de 5,1 mg/g no total de ácidos graxos determinado no *Longissimus dorsi* em carneiros (BESSA et al., 2000).

Considerando o grande interesse sobre a produção de CLA no rúmen, torna-se de vital importância a utilização de estratégias nutricionais que maximizem a sua síntese ruminal. A dieta dos ruminantes, normalmente, possui pequena porcentagem de lipídeos os quais apresentam-se na forma esterificada. Os lipídeos nas forrageiras são principalmente representados pelos fosfolipídeos e glicolipídeos, enquanto, os grãos são ricos em triglicerídeos. Quanto à predominância de ácidos graxos em particular, as forrageiras contêm maior proporção de ácido linolênico, e nos grãos, predomina o ácido linoléico.

Ao contrário dos não-ruminantes, que sofrem influência da natureza da gordura dietética sobre a gordura corporal, ou seja, a ingestão de lipídeos ricos em ácidos graxos insaturados determina a deposição de gordura mole na carcaça, os ruminantes, devido a

fermentação pré-gástrica, não são influenciados pela natureza dos dietéticos, a menos que sejam utilizadas fontes lipídicas protegidas do rúmen.

A biohidrogenação pode ser considerada como uma estratégia dos microrganismos em diminuir a concentração de ácidos graxos insaturados, os quais apresentam alta capacidade reativa com as membranas celulares, processo que normalmente, resulta em perda da sua natureza bifásica, promovendo a morte microbiana. Adicionalmente, contribui para a retirada de íons H^+ do ambiente ruminal, evitando seu acúmulo; e para a redução da produção de CH_4 pelas bactérias metanogênicas, uma vez que consome H_2 , aumentando com isso, a eficiência energética da dieta.

Os ruminantes, durante sua evolução, adaptaram-se para uma eficiente utilização de alimentos fibrosos, desta forma, capacitando estes animais a não competir com outras espécies pela alimentação. Entretanto, o melhoramento genético imposto pelo homem permitiu a estes animais atingirem índices de produtividade extremamente elevados. Desta forma, por melhor que seja a qualidade do volumoso, este impõe certos limites de produtividade, tornando necessária a utilização de grãos.

Entretanto, a utilização de grãos em quantidades excessivas na dieta, embora permita ao animal atingir sua capacidade produtiva, por apresentarem um teor de carboidratos de rápida fermentação (amido) relativamente alto, cria um ambiente ruminal diferente daquele cujo animal adaptou-se. Pois, a presença de amido propicia o desenvolvimento de bactérias amilolíticas, as quais apresentam padrão de fermentação diferente daquelas que utilizam carboidratos fibrosos e, adicionalmente, a fermentação mais rápida do amido propicia o acúmulo de ácidos orgânicos, o que pode resultar em abaixamento do pH, que é uma condição considerada como sendo anormal e indesejável; por vários motivos, como por afetar negativamente a digestão da fibra, e comprometer a saúde do animal. (BESSA et al., 2000)

Quanto à biohidrogenação de ácidos graxos insaturados no rúmen, a formação dos produtos e o seu fluxo para os intestinos, é dependente do ambiente ruminal e sua população predominante. Tem sido sugerido que a redução do pH ruminal, pela ingestão de elevada quantidade de grãos, possa interferir com as vias de biohidrogenação de ácidos graxos insaturados.

Kalscheur et al. (1997), observaram que a redução do pH ruminal de 6,8 para 5,8, utilizando uma dieta a base de 20% de feno de alfafa e 80% de milho enriquecida com 3% de óleo rico em ácido linoléico, causou acúmulo do C18:1 trans-11 in vitro. Os mesmos autores detectaram redução da biohidrogenação de ácidos graxos no rúmen e

conseqüente aumento do fluxo duodenal de C18:1 trans-11 em vacas de leite alimentadas com dieta de baixo teor de forragem sem a adição de tamponantes.

Entretanto, quando adicionou-se tamponantes à mesma dieta, houve aumento do pH ruminal, alterações na proporção de AGVs e, provavelmente, mudanças nas espécies de microrganismos e suas taxas de crescimento, o que aumentou o processo de biohidrogenação, tornando o fluxo de C18:1 trans-11 no duodeno semelhante ao dos animais submetidos à dieta com elevado teor de forragem.

Desta forma, dietas com elevado teor de energia não somente fornecem ácidos graxos poliinsaturados necessários para a produção do ácido graxo C18:1 trans-11, mas também, alteram o ambiente ruminal, o qual pode favorecer a incompleta biohidrogenação e formação de C18:1 trans-11.

Estudos sugerem que o tipo, e não a quantidade de ácidos graxos consumido está relacionado à concentração de colesterol no sangue e ao risco de doenças coronarianas (HU et al., 2001). No entanto, ainda não está claro o real efeito dos ácidos graxos na saúde humana, por exemplo, os ácidos graxos saturados, cuja ação aterônica é questionada. (GERMAN e DILLARD, 2004)

Rações de ruminantes são constituídas, principalmente, por ácidos graxos insaturados, os quais são quase em sua totalidade hidrogenados pelas bactérias do rúmen. O processo de biohidrogenação é de suma importância, pois além de diminuir a concentração de insaturados, os quais são tóxicos aos microrganismos, contribuem para a retirada de íons H^+ do ambiente ruminal, evitando seu acúmulo.

O crescente interesse por parte da população humana em consumir alimentos saudáveis e, em alguns casos, com propriedades funcionais benéficas à saúde humana tem promovido mudanças nos hábitos alimentares. As carnes de melhor qualidade nutricional e sensorial passaram a ser preferência, sendo essa geralmente explicada pela quantidade de gordura presente e pela composição dos ácidos graxos. Existe uma correlação entre o consumo de gorduras de origem animal e doenças coronárias (SCHAEFER, 1995), refletindo na exigência cada vez maior de produtos de origem animal com baixos teores de colesterol e maiores percentuais de ácidos graxos insaturados e poliinsaturados.

Ao contrário dos ácidos graxos *trans* gerados pela indústria alimentícia, aqueles provenientes de animais ruminantes não possuem qualquer ligação com o risco de doenças coronarianas em homens, e apresentam ainda relação inversa entre consumo e doenças cardiovasculares em mulheres (JAKOBSEN et al., 2008).

Por meio da nutrição dos animais é possível modificar o conteúdo dos diferentes ácidos graxos na musculatura e alterar as relações entre eles, tornando a carne mais saudável (ANDRADE et al., 2001).

Santos-Silva et al. (2002) concluíram que a gordura de cordeiros criados a pasto foi mais adequada que a proveniente de cordeiros alimentados com concentrado, pela maior quantidade de ácidos graxos poliinsaturados n-3, maior concentração de ácido linoléico conjugado e menor relação n-6:n-3. Díaz et al (2002) afirmaram que o pasto contém alto nível de ácido linolênico, precursor da série de ácidos graxos n-3, enquanto que os concentrados em geral são ricos em ácido linoleico, precursor dos n-6.

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

A carne ovina é caracterizada pela alta concentração de ácidos graxos saturados e pela baixa relação poliinsaturados:saturados (COOPER et al., 2004). Entretanto, segundo Enser et al. (1996), a carne ovina é rica em ácido linolênico (C18:3) e possui baixa relação n-6:n-3 em comparação à carne bovina e suína. Com relação ao conteúdo de colesterol e perfil de ácidos graxos da carne de animais do Nordeste do Brasil, existem poucos dados, sendo a maior parte destes provenientes de pesquisas com animais de clima temperado (ENSER et al., 1996; SAÑUDO et al., 2000).

As variações nas concentrações de ácidos graxos na carne de ruminantes estão relacionadas à alimentação, à biohidrogenação ruminal, a métodos de análise e corte da carne e a influências genéticas (MULVIHILL, 2001). Segundo Nürnberg et al. (1998), com o aumento da idade dos animais, os níveis de ácidos graxos saturados aumentam e os de ácidos graxos poliinsaturados diminuem.

Esses autores analisaram o perfil de ácidos graxos no tecido adiposo subcutâneo de vacas Hereford e Brahman e observaram maior porcentagem de ácidos graxos saturados e menor porcentagem de poliinsaturados e monoinsaturados em vacas

Hereford.

Tem-se observado recentemente grande interesse pela manipulação dos ácidos graxos na composição das carnes em geral. Esse interesse resulta do fato de que a carne é a principal fonte de gordura na dieta, em especial de ácidos graxos saturados, envolvidos em doenças coronárias e câncer, doenças associadas à vida moderna. Além disso, a importância nutricional do perfil dos ácidos graxos para a saúde do homem tem-se justificado pelo fato de que o perfil dos ácidos graxos geralmente tem pouca influência no valor comercial da carcaça em comparação ao conteúdo total de gordura. (MADRUGA et al., 2006)

É importante ressaltar, no entanto, que as propriedades físicas e químicas dos lipídios afetam diretamente as qualidades nutricionais, sensoriais e de conservação da carne: o “flavour” é influenciado pelo perfil dos ácidos graxos (MOTTRAM, 1998; MADRUGA 2004); as gorduras saturadas solidificam após cozimento, influenciando a palatabilidade da carne; a presença dos ácidos graxos insaturados aumenta o potencial de oxidação, influenciando diretamente a vida-de-prateleira da carne *in natura* ou cozida. (MADRUGA et al., 2006)

Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar o consumo de nutrientes, bem como o teor de lipídeos totais, colesterol e o perfil de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com rações contendo diferentes níveis de energia.

MATERIAL MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no setor de ovinocaprinocultura do departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, Ceará. O município de Fortaleza situa-se na zona litorânea, a 15,49 m de altitude, 30°43'02" de latitude sul e 38°32'35" de longitude oeste. A precipitação média anual é de 1.378,3 mm e a umidade relativa do ar é 77%.

Foram utilizados 20 cordeiros da raça Santa Inês, não-castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de 13,0 kg \pm 0,56 kg e, aproximadamente, 50 dias de idade, confinados em baias individuais com piso de concreto e providas de comedouro e bebedouro. Inicialmente, os animais foram pesados, identificados e tratados contra ecto e endoparasitas, posteriormente distribuídos em quatro tratamentos experimentais com diferentes níveis de energia metabolizável (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal de EM/kg de MS) obtidos a partir de diferentes relações volumoso:concentrado (75:25; 62,5:37,5; 50:50; 37,5:62,5) respectivamente, em delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições.

As rações experimentais foram formuladas conforme o NRC (1985) e foram compostas de feno de Tifton-85 (*Cynodon sp.*) moído, farelo de soja, fubá de milho, cloreto de sódio, uréia, calcário, fosfato bicálcico e premix mineral. As rações foram fornecidas à vontade, uma vez ao dia, às sete horas da manhã, e ajustada de forma a permitir sobras em torno de 20% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais.

Antes da oferta matinal, foram coletadas as sobras de cada unidade experimental, que depois de pesadas, registradas e amostradas, foram armazenadas sob congelamento (-10°C) juntamente com amostras do feno e dos concentrados, formando-se posteriormente uma amostra composta semanal por animal, que ao final do período experimental formou uma amostra composta total por animal/tratamento. Em seguida as amostras foram descongeladas, homogeneizadas. Posteriormente, foram pré-secadas em estufa ventilada a 55°C e moídas em moinho tipo Willey com peneira de malha de 1 mm para posteriores análises laboratoriais.

Os ingredientes, rações concentradas, feno e sobras foram submetidos às análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), conforme os procedimentos recomendados pela AOAC (1990). As análises de fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro

(NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram realizadas segundo VAN SOEST et al., (1991) e lignina (ácido sulfúrico 72%) foi obtido pelo método seqüencial de VAN SOEST E ROBERTSON (1991).

Os teores de carboidratos totais (CHOT) foram obtidos conforme SNIFFEN et al. (1992) e os carboidratos não fibrosos (CNF) segundo a equação proposta por Weiss (1999): %CHOT = 100 - (%PB + %EE + %Cinzas) e %CNF = 100 - (%FDNcp + %PB + %EE + %cinzas). Para os concentrados, devido à presença de uréia em sua constituição, o teor de CNF foi calculado conforme proposto por HALL (2000), sendo CNF = 100 - [(%PB - %PB derivado da uréia + % da uréia) + %FDNcp + %EE + %cinzas]. A composição percentual dos ingredientes e químico-bromatológica dos concentrados e do feno, assim como, das rações experimentais, são apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

A duração do experimento foi definida pelo tempo necessário para que a média do peso de todos os animais de cada tratamento alcançasse 28 kg, ocasião em que os mesmos foram abatidos. Os animais foram pesados ao início do experimento e a cada sete dias, durante o período experimental. Também ocorreram pesagens intermediárias, quando o PC dos animais se aproximava do peso determinado para o abate. À medida que os animais de cada tratamento foram abatidos, escolhia-se aleatoriamente um animal que estava recebendo a ração com 2,08 Mcal de EM/kg de MS (animal referência), para ser abatido. Antes do abate, os animais permaneceram em jejum de sólido e líquido por 18 horas.

No momento do abate, os animais foram insensibilizados, por atordoamento, na região atla-occipital, seguido de sangria por quatro minutos, através da seção da carótida e jugular. O sangue foi recolhido em recipiente, com peso previamente conhecido, para posterior pesagem. Posteriormente, as carcaças, depois de envolvidas por sacos plásticos identificados por animal/tratamento, foram transportadas para câmara frigorífica a 4°C por 24 horas e pesadas para obtenção do peso da carcaça fria (PCF).

Foi realizada uma secção na sínfise ísquio-púbiano, seguindo o corpo e a apófise espinhosa do sacro, das vértebras lombares e dorsais, submetendo à carcaça a corte longitudinal para a obtenção de metades aproximadamente simétricas. Em seguida, na meia carcaça esquerda, foi efetuado um corte transversal, a altura da 12ª e 13ª costela, para obtenção do músculo *Longissimus dorsi* (MLD) conforme metodologia descrita por CEZAR E SOUSA (2007).

Tabela 1 – Composição químico bromatológica dos ingredientes em % MS.

Nutrientes	Feno	Milho	Soja	Conc. 1	Conc. 2	Conc. 3	Conc. 4
Matéria seca	92,73	91,44	92,54	90,30	90,18	90,94	90,30
Matéria mineral	6,03	1,74	6,84	3,53	3,76	3,56	3,71
Proteína bruta	9,94	9,39	44,05	21,14	21,72	22,00	22,27
Extrato etéreo	0,84	5,36	4,13	3,60	4,30	5,00	4,26
Fibra em detergente neutro	75,03	14,78	15,78	15,91	15,15	16,01	14,87
Fibra em detergente ácido	36,32	4,78	9,24	5,63	5,67	2,70	5,83
FDN _{CP}	67,91	12,76	13,74	14,16	13,72	14,61	13,45
Carboidratos totais	83,19	83,51	44,98	71,73	70,23	69,43	69,75
Carboidratos não-fibrosos	15,28	70,75	31,24	59,16	58,64	57,03	58,56

Tabela 2 – Composição percentual e bromatológica das rações experimentais

Composição percentual (%MN)	Concentração de EM (Mcal/kg MS)			
	2,08	2,28	2,47	2,69
Feno de Tifton	75,00	62,50	50,00	37,50
Concentrado	25,00	37,50	50,00	62,50
Fubá de milho	77,90	77,60	77,40	77,39
Farelo de soja	20,00	20,00	20,20	20,00
Uréia	0,88	1,18	1,22	1,25
Calcário	0,00	0,26	0,31	0,62
Fosfato bicálcico	0,26	0,26	0,26	0,26
Cloreto de sódio	0,88	0,62	0,44	0,35
Premix mineral ¹	0,06	0,04	0,13	0,13
Composição bromatológica (%MS)				
Matéria seca	92,12	91,77	91,83	91,21
Matéria mineral	5,40	5,18	4,80	4,58
Proteína bruta	12,74	14,36	15,97	17,65
Extrato etéreo	1,53	2,13	2,92	2,98
Fibra em detergente neutro	60,25	52,57	45,52	37,43
Fibra em detergente ácido	28,64	24,82	19,51	17,26
FDN _{CP} ²	54,47	47,59	41,26	33,87
Carboidratos totais	80,33	78,33	76,31	74,79
Carboidratos não-fibrosos	26,25	31,54	36,16	42,33
Nutrientes digestíveis totais	57,41	63,11	68,38	74,51

¹ Composição: Ca 7,5%; P 3%; Fe 16.500 ppm, Mn 9.750 ppm, Zn 35.000 ppm, I 1.000 ppm, Se 225 ppm, Co 1.000 ppm.

² Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas

Para quantificação de lipídeos totais, colesterol e do perfil de ácido graxos foi retirada da meia carcaça esquerda, uma amostra do MLD compreendida entre a 12^a e 13^a costelas. Essas amostras foram embaladas em sacos de polietileno, identificadas e congeladas.

Posteriormente as amostras para análise foram descongeladas lentamente por 4 horas a temperatura ambiente. Em seguida, foram trituradas em processador comercial,

sendo retirados 10g para análise de lipídeos totais e colesterol e 5 g para análise do perfil de ácidos graxos.

O extrato lipídico para determinar os lipídeos totais e colesterol foi obtido segundo o método de extração descrito por FOLCH et al., (1957). Usando alíquotas de 10 g em triplicatas das amostras dos MLD que foram homogeneizadas por 30 minutos num agitador com barra magnética em solução de clorofórmio e metanol (2:1 V/V) formando duas fases.

Uma solução salina de Na₂SO₄ a 1,5% foi utilizada para separação uniforme das fases. tomou-se 5 mL da fase inferior, transferindo para um becker, previamente tarado, levou-se à estufa a +105°C até evaporar a mistura de solventes, deixando esfriar em dessecador e pesando-se o Becker, mais o resíduo da gordura, obteve-se o teor de lipídeos totais. Posteriormente depois de pesado o material extraído foi transferido para um balão volumétrico de 100 mL e o volume completado com clorofórmio para ser usado na determinação do colesterol.

Para determinação de colesterol procedeu-se inicialmente uma saponificação dos . Para a saponificação, o extrato foi colocado em um tubo de vidro borossilicato pyrex com tampa rosqueada e o solvente foi evaporado em banho maria (55° C a 60° C), adicionando-se a seguir 10 mL de solução de KOH 12 % (em etanol a 90 %), agitando-se a mistura em um vortex.

Em seguida, colocou-se o tubo em banho maria com agitação durante 15 min. a 80° C. A amostra foi deixada esfriar até a temperatura ambiente e adicionaram-se 5 ML de água destilada. Os materiais insaponificáveis foram extraídos duas vezes com porções de 10 mL de hexano, completando-se 20 mL de extrato a partir a fase orgânica. Retirou-se uma alíquota de 5 mL do volume de hexano e evaporou-se em banho maria (55 - 60oC), adicionando-se 2 mL de uma mistura acetona e etanol (1:1, V/V) em agitação no tubo com tampa.

Para a análise espectrofotométrica, seguiu-se a metodologia de SEARCY E BERGQUIST (1960), usando ácido acético saturado com sulfato ferroso e ácido sulfúrico como reativo para desenvolver a cor. Na curva padrão de colesterol foram utilizadas soluções de 01 a 100 ppm de colesterol purificado (Sigma). A absorbância foi medida utilizando um espectrofotômetro (SPEKOL 1100, CARL ZEISS TECHNOLOGY) a um comprimento de onda de 490 nm.

A metilação dos ácidos graxos do *Longissimus dorsi* dos animais foi determinado por cromatografia gasosa seguindo a metodologia PRENCHT E

MOLKENTIN (1996). Para isso foram pesados 5g de cada amostra/tratamento em balança analítica, os quais colocados em erlenmeyer com posterior adição de 10 mL de metanol, 5 mL de clorofórmio e 0,75 mL de água.

Em seguida as amostras foram agitadas no agitador por 20 minutos em rotação média, posteriormente sendo acrescentado mais 5 mL de clorofórmio e 5 mL de água agitados manualmente e deixado em repouso ainda fechados. O conteúdo foi filtrado em papel filtro para outros erlenmeyer. Em seguida foi transferido a tubos de ensaios no qual foi vista a separação das fases (gordura + Clorofórmio fase inferior e Metanol fase superior).

Realizou-se a extração da fase inferior com pipeta de Pasteur individual para cada amostra, para outros tubos de ensaios pequenos. Em seguida o clorofórmio foi evaporado em nitrogênio gasoso ficando somente nos recipientes o teor de lipídeos, após a evaporação foi adicionado 1 mL de hexano HPLC e 20 µL de metilato de sódio, os tubos de ensaios foram agitados novamente e transferidos para Vials. Em seguida foi coletado 1µL do extrato para posterior leitura no cromatógrafo.

A Composição de ácidos graxos foi determinada utilizando um cromatógrafo a gás Shimadzu GC 2010, equipado com um detector de ionização de chama (FID) e uma coluna capilar de sílica fundida (tm Supelco SP-2560). Os padrões de referência foram utilizados para determinar as recuperações e fatores de correção para o CLA (CLA éster metílico, Sigma-Aldrich) e outros ácidos graxos individuais (Supelco 37 Component FAME Mix).

Os metil ésteres dos ácidos graxos mais abundantes foram identificados por comparação com os tempos de retenção dos tempos padrões dos ésteres metílico do padrão cromatográfico dos ácidos graxos C- 4 a C – 24.

Estes padrões estavam compostos pelos ácidos butirico (C4:0), capróico (C6:0), caprílico (C8:0), cáprico (C10:0), Undecanóico (C11:0), láurico (C12:0), tridecanóico (C13:0), mirístico (C14:0), miristoléico (C14:1), pentadecanóico (C15:0), cis-10-pentadecanóico (C15:1), palmítico (C16:0), palmitoléico (C16:1), heptadecanóico (C17:0), cis-10-heptadecanóico (C17:1), esteárico (C18:0), eládico (C18:1 n9t), oléico (C18:1 n9c), linoleídico (C18:2 n6t), linoléico (C18:2 n6c), araquídico (C20:0), γ-linolênico (C18:3 n6), cis-11-eicosenóico (C20:1), linolênico (C18:3n3), heneicosanóico (C21:0), cis-11,14-eicosadienóico (C20:2), behênico (C22:0), cis-8-11-14-eicosatrienóico (C20:3n6), erúico (C22:1n9), cis-11,14,17-eicosatrienóico

(C20:3n3), araquidônico (C20:4n6), tricosanóico (C23:0), cis-13-16-docosadienóico (C22:2), lignocérico (C24:0), cis-5,8,11,14,17- eicosapentaenóico (C20:5n3), nervônico (C24:1), cis-4,7,13,16,19-docosaheptaenóico (C22:6n3).

A quantificação dos ácidos graxos presentes no *Longissimus dorsi* foi calculada mediante a porcentagem da área de cada pico correspondente ao ácido graxo identificado pelo padrão correspondente ao ácido graxo identificado pelo padrão correspondente.

A partir do perfil dos ácidos graxos identificados foi calculados o somatório dos AGS, AGI, AGD (AGD= AGMI + AGPI + C18: 0) e definidas as relações AGPI: AGS, AGPI: AGM, AGM: AGS, $\omega 6: \omega 3$, (C18: 0 + C18: 1): C 16:0.

Também foram calculados os índices de Aterogenicidade (IA= [(C12: 0 + (4 X C14: 0) + C 16:0)] / (Σ AGMI + $\Sigma\omega 6$ + $\Sigma\omega 3$); Índice de Trombogenicidade (IT)= (C14: 0 + C16: 0 + C18: 0) / [(0,5 X Σ AGMI) + (0,5 X $\Sigma\omega 6$ + (3 X $\Sigma\omega 3$) + ($\Sigma\omega 3/\Sigma\omega 6$)], segundo ULBRICHT E SOUTHGATE (1991) e a razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h: H= (C18: 1cis9 + C18: 2 $\omega 6$ + 20:4 $\omega 6$ + C 18:3 $\omega 3$ + C20: 5 $\omega 3$ + C22: 5 $\omega 3$ + C22: 6 $\omega 3$) / (C14: 0 + C16: 0), segundo SANTOS-SILVA (2002). Esses parâmetros foram utilizados para a determinação da qualidade nutricional da fração lipídica do músculo *longissimus dorsi*.

As variáveis experimentais foram submetidas à análise de variância e regressão utilizando o pacote computacional SAS 9.0 (2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi detectado efeito dos níveis de energia metabolizável (EM; $P < 0,05$) sobre o consumo de matéria seca, expresso em g/dia e $\text{g/kg}^{0,75}$, apresentando efeito linear crescente. Contudo, para o consumo de MS, expresso em %PV, não foi observada influência dos níveis de energia nas rações, registrando-se consumo médio de 4,41%PV (Tabela 3). Resultados semelhantes foram obtidos por ALVES et al. (2003) estudando três níveis de EM (2,42; 2,66 e 2,83 Mcal de EM/kg de MS) em ovinos Santa Inês.

Tabela 3 - Média, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação (R^2), equações de regressão e nível de significância (P) para o consumo de nutrientes em ovinos Santa Inês submetidos a rações com diferentes níveis de energia metabolizável

Variáveis	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				R^2	P	CV %
	2,08	2,28	2,47	2,69			
Consumo (g/dia)							
MS ¹	695,02	914,17	1030,16	1287,0	0,98	0,002	27,65
PB ²	107,58	172,19	205,81	253,64	0,97	0,001	28,73
EE ³	11,80	21,49	34,96	40,28	0,98	0,0001	30,81
FDN ⁴	382,24	443,38	422,54	406,89	-	NS	27,90
Consumo (% PV)							
MS ⁵	4,01	4,36	4,53	4,68	-	NS	18,25
FDN ⁶	2,21	2,12	1,84	1,48	0,93	0,0004	18,48
Consumo ($\text{g/kg}^{0,75}$)							
MS ⁷	80,54	93,27	98,70	107,02	0,97	0,02	18,99
FDN ⁸	44,40	45,27	40,27	33,77	0,89	0,009	18,95

NS = Não significativo; ¹ $\hat{Y} = - 1249,47 + 937,54EM$; ² $\hat{Y} = - 1378,86 + 1008,10EM$;
³ $\hat{Y} = - 88,13 + 48,45EM$; ⁴ $\hat{Y} = 413,76^{NS}$; ⁵ $\hat{Y} = 4,39^{NS}$; ⁶ $\hat{Y} = 4,91 - 1,25EM$;
⁷ $\hat{Y} = - 3,48 + 41,37EM$; ⁸ $\hat{Y} = 86,44 - 19,07EM$

A base para expressar consumo não é a mesma para os mecanismos físicos e fisiológicos de controle. Para rações de baixa qualidade, em que ingestão é limitada pelo enchimento do rúmen, é ideal expressá-lo em %PV, por se encontrar mais relacionado ao tamanho e a capacidade do trato digestório. Quando o consumo é limitado pela demanda fisiológica de energia, a melhor forma de expressá-lo é com base no peso metabólico. Quando a densidade energética da ração é elevada, em relação às

exigências do animal, o consumo é limitado pela demanda energética, não ocorrendo repleção ruminal. Para rações de densidade energética baixa, o consumo será limitado pelo enchimento do rúmen-retículo.

De fato, o consumo de FDN (%PV e $\text{g/kg}^{0,75}$) foi influenciado de maneira linear decrescente ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de energia nas rações, promovendo maior consumo de MS, expresso em g/dia e $\text{g/kg}^{0,75}$, indicando que as exigências energéticas dos animais, provavelmente, tenham sido atingidas com níveis mais altos de consumo.

O consumo de PB e EE, expressos em g/dia , apresentaram comportamento semelhante ao consumo de MS, registrando-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) o que pode ser justificado pela maior concentração destes nutrientes as rações, conforme pode ser observado na Tabela 2.

O perfil cromatográfico indicou efeito linear crescente e decrescente com o aumento nos níveis de energia dietéticos para os ácidos Cis-10 heptadecanóico (C17:1) e eicosatrienóico (C20:3), respectivamente. Contudo, para os demais ácidos graxos saturados, bem como para os monoinsaturados e poliinsaturados não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$).

A composição dos lipídeos dietéticos é refletida no perfil da gordura da carcaça na maioria das espécies, contudo para os ruminantes os lipídeos dietéticos são amplamente modificados pelos microrganismos do rúmen, principalmente, no que se refere aos ácidos graxos poliinsaturados, apresentando efeitos sobre o conteúdo e composição dos ácidos graxos no músculo esquelético. Ácidos graxos poliinsaturados não são sintetizados pelos tecidos dos ruminantes e, portanto, sua concentração nos tecidos é dependente da quantidade destes ácidos graxos que chegam ao duodeno (CHILLIARD et al., 2000).

Os ácidos palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) contribuíram mais intensamente nos valores totais de ácidos graxos saturados, o que está de acordo com os relatos de FERRÃO et al. (2009) ao avaliarem diferentes relações entre volumoso:concentrado (100:0, 75:25 e 50:50). O total de ácidos graxos monoinsaturados não foi influenciado pelos níveis energéticos das rações, apresentado valor numérico médio de 42,32%.

Embora não tenham sido observadas variações significativas no perfil do ácido graxo oléico com o incremento de energia à ração, destaca-se que, cerca de 95% dos ácidos graxos monoinsaturados presentes no *longissimus dorsi* dos cordeiros Santa Inês

foram representados por esse ácido graxo. Resultados semelhantes foram relatados por (BANSKALIEVA et al.,2000 ; SAÑUDO et al. 2000).

Tabela 4 - Média, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação (R^2), equações de regressão e nível de significância (P) do perfil de ácidos graxos do *longissimus dorsi* de ovinos Santa Inês alimentados com diferentes níveis de energia metabólica (EM)

Ácido Graxo	Denominação	Níveis de Energia Metabolizável (Mcal/kg)				R^2	P	CV
		2,08	2,28	2,47	2,69			
AGS ¹		45,44	43,7	42,07	43,41	-	NS	12,74
C10:0 ²	Cáprico	0,14	0,42	0,24	0,28	-	NS	140,12
C14:0 ³	Mirístico	1,47	0,78	1,86	1,87	-	NS	23,14
C16:0 ⁴	Palmítico	22,76	20,73	22,97	22,48	-	NS	5,46
C17:0 ⁵	Heptadecanóico	1,30	1,11	1,53	1,39	-	NS	37,12
C18:0 ⁶	Esteárico	19,91	20,66	15,47	17,39	-	NS	34,60
AGMI ⁷		41,2	35,32	47,52	45,25	-	NS	23,69
C16:1 ⁸	Palmitoléico	1,28	0,69	1,45	1,65	-	NS	28,01
C17:1 ⁹	Cis-10 Heptadecanóico	0,68	0,51	1,08	1,22	0,72	0,022	45,02
C18:1n9c ¹⁰	Oléico e isômero	39,22	33,7	44,91	42,64	-	NS	24,61
AGPI ¹¹		6,26	10,6	3,55	2,82	-	NS	69,23
C18:2n6c ¹²	Linoléico	3,56	6,79	2,40	1,99	-	NS	60,95
C20:3n3 ¹³	Eicosatrienóico	2,70	3,81	1,15	0,83	0,62	0,042	84,97
AGI ¹⁴		47,46	45,92	51,07	48,07	-	NS	21,34

^{AGS} Ácidos graxos saturados; ^{AGMI} Ácidos graxos monoinsaturados; ^{AGPI} Ácidos graxos poliinsaturados; ^{AGI} Ácidos graxos saturados.

NS = Não significativo; ¹ $\hat{Y}=43,65$; ² $\hat{Y}=0,27$; ³ $\hat{Y}=1,49$; ⁴ $\hat{Y}=22,23$; ⁵ $\hat{Y}=1,26$; ⁶ $\hat{Y}=18,36$

⁷ $\hat{Y}=42,39$; ⁸ $\hat{Y}=1,33$; ⁹ $\hat{Y} = - 1,49 + 1,00EM$; ¹⁰ $\hat{Y}=40,11$; ¹¹ $\hat{Y}=5,87$; ¹² $\hat{Y}=3,68$

¹³ $\hat{Y} = 11,15 - 3,81EM$; ¹⁴ $\hat{Y}=48,13$

As concentrações de CLA foram próximas a zero o que não permitiu a realização de análises estatísticas. Provavelmente, o ácido graxo linoléico proveniente dos ingredientes das rações experimentais apresentaram maior acessibilidade aos microorganismos do rúmen, adicionalmente ao ambiente ruminal (pH) e espécies microbianas presentes.

A concentração de CLA nos tecidos reflete a quantidade disponível para absorção no intestino delgado, sendo influenciada pela manipulação e quantidade presente na

dieta. Os ácidos graxos oléico (C18:1), palmítico (C16:0) e linoléico (C18:0) foram, respectivamente, os encontrados em maiores concentrações nas amostras do músculo *longissimus dorsi*, perfazendo aproximadamente 80% dos ácidos graxos identificados.

Houve efeito quadrático para os teores de lipídeos totais (g/100g) com o aumento dos níveis energéticos das rações (Tabela 5; $P < 0,05$). As proporções de tecido muscular e gorduroso dependem da eficiência de utilização dos nutrientes da dieta (ATTI et al., 2004).

O excesso de energia nas rações dos ruminantes é metabolizado e armazenado na forma de tecido adiposo, proporcionando maior teor de lipídeo na carcaça (COSTA et al., 2008). As enzimas responsáveis pela síntese de ácidos graxos, lipogênese e hipertrofia de adipócito, são reguladas pelos produtos finais da fermentação ruminal os quais são determinados pelos componentes dietéticos; em ruminantes, o acetato é o principal precursor na síntese de ácidos graxos na carcaça.

Observando os valores de colesterol (mg/100g) nota-se que os mesmos decresceram em relação ao aumento nos níveis de energia das rações. Chizzolini et al. (1999), revisando os níveis de colesterol de carne de diferentes animais, descreveu um nível de colesterol médio 45 mg em 100 g de *longissimus dorsi* de suínos, 43 e 61 mg em 100g de peito de frango com e sem pele, 84 e 85 mg em 100 g de sobre coxa de frango com e sem pele, 44 e 51 mg em 100 g de peito de peru com e sem pele. Assim, o conteúdo de colesterol descrito para o músculo *longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês (entre 21,74 e 54,06 mg em 100 g de músculo) foram similares a carnes magras de peito de peru e de frango (sem pele) descritas acima.

Os ácidos graxos C16:0;C16:1;C18:0;C18:1;C18:2, constituíram mais 90% das áreas totais do cromatograma. O ácido oléico (C18:1) foi o ácido graxo insaturado que mais contribuiu para o perfil dos ácidos graxos sendo este reconhecidamente apontado como redutor de colesterol e lipoproteínas de baixa densidade (LDL). O ácido graxo esteárico diferentemente dos outros ácidos graxos saturados atua na redução do colesterol sérico em humanos (BONANOME E GRUNDY, 1988), contrariamente, o ácido graxo palmítico é apontado por aumentar a síntese de colesterol o que representa um fator de risco para o aparecimento de doenças cardiovasculares (MOLONEY et al., 2001).

Não foram observadas influências das rações experimentais nas relações de AGPI: AGS; AGPI:AGM; AGM: AGS; h : H; $\omega 6$: $\omega 3$ e (C18:0 + C18:1): C16:0, bem como, para o teor de AGD, IA, IT como pode ser observado ainda na tabela 5 ($P > 0,05$). As

relações ou proporções entre ácidos graxos têm sido estudadas de forma a avaliar e identificar o fator de risco dos alimentos em relação ao aumento do nível de colesterol sanguíneo em humanos. O efeito biológico dos ácidos graxos essenciais depende da razão entre AGPI/AGS, AGPI/AGMI e da razão entre os AGMI/AGS (MARQUES et al., 2007).

Essa relação auxilia na determinação dos fatores de risco dos alimentos. Vale ressaltar, que esse índice é correlacionado com a relação $\omega 6: \omega 3$, assim, os valores decrescentes nos níveis do ácido linoléico aumentam os níveis de $\omega 3$ na relação. Observamos médias dessa relação que variaram de 1,51 a 3,13 ficando dentro dos limites estabelecidos pela literatura especializada (WOOD et al., 2003; INSAUSTI et al., 2005).

Tabela 5 - Média, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação (R^2), equações de regressão e nível de significância (P) dos lipídeos totais, colesterol e das relações dos ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) e poliinsaturados (AGP), da carne de ovinos, Santa Inês submetidos a dietas com diferentes concentrações energéticas

Ácidos Graxos	Níveis de Energia Metabolizável (Mcal/kg MS)				R^2	P	CV (%)
	2,08	2,28	2,47	2,69			
Lipídeos Totais (g/100g) ¹	1,38	0,81	1,26	2,47	0,99	0,001	28,41
Colesterol (mg/100g) ²	54,06	49,77	24,61	21,74	0,86	0,008	34,21
AGPI:AGS ³	0,13	0,25	0,086	0,062	-	NS	83,01
AGPI:AGM ⁴	0,14	0,23	0,074	0,066	-	NS	69,33
AGM:AGS ⁵	0,89	0,84	1,14	1,04	-	NS	28,94
$\omega 6:\omega 3$ ⁶	1,79	1,51	2,34	3,13	-	NS	42,80
AGD ⁷	67,44	66,03	66,56	65,39	-	NS	16,24
IA ⁸	0,64	0,67	0,60	0,63	-	NS	43,41
IT ⁹	1,31	1,38	1,31	1,46	-	NS	36,05
h:H ¹⁰	1,89	2,28	1,92	1,84	-	NS	8,54
(C18:0 + C18:1): C16:0 ¹¹	2,62	2,65	2,65	2,67	-	NS	23,56

^{AGD} Ácidos Graxos Desejáveis; ^{IA} Índice de Aterogenicidade; ^{IT} Índice de trombogenicidade; ^{h:H} Razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos
 NS = Não significativo; ¹ $\hat{Y} = 57,74 - 49,38EM + 10,72EM^2$; ² $\hat{Y} = 182,75 - 60,93EM$;
³ $\hat{Y}=0,13$; ⁴ $\hat{Y}=0,12$; ⁵ $\hat{Y}=0,97$; ⁶ $\hat{Y}=2,19$; ⁷ $\hat{Y}=66,3$; ⁸ $\hat{Y}=0,63$; ⁹ $\hat{Y}=1,36$; ¹⁰ $\hat{Y}=1,98$; ¹¹ $\hat{Y}=2,64$

A concentração de ácidos graxos desejáveis (AGD) é expressa pela somatória dos

AGI com o ácido esteárico (BANSKALIEVA et al., 2000). Embora o ácido esteárico (C18:0) seja saturado seu efeito é neutro, tendo menos implicações no perfil lipídico, uma vez que pode ser convertido a oléico (C18:1) no organismo (GRUNDY, 1994). Já os ácidos monoinsaturados, oléico, e os poliinsaturados, linolênico e α -linolênico, reduzem os níveis de LDL-colesterol e, conseqüentemente, o risco de obesidade, câncer e doenças cardiovasculares em humanos (PEREZ et al., 2002).

O valor médio encontrado para os IA e IT foram de 0,60 a 0,67 e 1,31 a 1,46, respectivamente. Esses índices relacionam os ácidos pró e anti-aterogênicos e indicam o potencial de estímulo a agregação plaquetária, ou seja, quanto menores os valores de IA e IT, maior a quantidade de ácidos graxos anti-aterogênicos presentes nas gorduras e, conseqüentemente, maior o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronárias.

A relação h:H (hipocolesterolêmicos: hipercolesterolêmicos) é baseada nos efeitos funcionais dos ácidos graxos sobre o metabolismo do colesterol, contudo permite uma melhor avaliação nutricional, além de considerar os efeitos benéficos dos ácidos graxos monoinsaturados nessa relação. O ácido esteárico (C18:0) apesar de ser um ácido saturado não incrementa o colesterol sanguíneo. A média dos resultados encontrados para essa relação no presente trabalho (1,98) foram inferiores aquelas mencionadas por (SANTOS-SILVA et al., 2002) para o *longissimus thoracis* de cordeiros (2,11).

Quanto à relação (C18:0 + C18:1) : C16:0 a variação observada foi de 2,62 a 2,67. Costa et al., (2009) relataram média inferior de 2,20 em cordeiros alimentados com dois níveis de energia metabolizável (2,5 e 3,0 Mcal/ Kg de MS). Rhee (1992) e posteriormente Banskalieva et al. (2000) destacaram que a relação (C18:0 + C18:1): C16:0 descreve possíveis efeitos benéficos dos diferentes lipídeos encontrados nos alimentos, com valores de 2,1 a 2,8% para ovinos.

CONCLUSÃO

O consumo de nutrientes em g/dia e $\text{g/kg}^{0,75}$ são influenciados pelos níveis de energia dietéticos. Os níveis de energia dietéticos influenciam os totais, teor de colesterol, e o teor do ácido graxo saturado cis 10-heptadecanóico, bem como do ácido graxo poliinsaturado eicosatrienóico no músculo *longissimus dorsi* de cordeiros da raça Santa Inês.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, K. S. et al. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 06, p. 1962-1968, 2003.
- ANDRADE, J. G. et al. Effects of feeding high-oil corn to beef steers on carcass characteristics and meat quality. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 03, p. 582-588, 2001.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 1990. 15.ed. Virginia: Arlington. 1117p.
- ATTI, N.; ROUISSI, H.; MAHOUACHI, M. The effect of dietary crude protein level on growth, carcass and meat composition of male goat kids in Tunisia. **Small Ruminant Research**, v. 54, n. 01-02, p. 89-97, 2004.
- BANSKALIEVA, V. et al. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. **Small Ruminant Research**, v. 37, n. 03, p. 255-268, 2000.
- BESSA, R.J.B., SANTOS-SILVA, J, RIBEIRO, J.M.R., PORTUGAL, A.V. 2000. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. **Livest. Produc. Sci.**, 63:201-211.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiology**. v.37, n. 08, p.911-917, 1959.
- BONANOME, A.; GRUNDY, S. M. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. **New Engand Journal of Medicine**, v. 318, n. 19, p.1244, 1988.
- CEZAR, M. F.; SOUZA,W. H. **Carcaças ovinas e caprinas, obtenção, avaliação, classificação**. João Pessoa: Agropecuária Tropical, 2007. 147p.

- CHILLIARD, Y. et al. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, *trans* and conjugated fatty acids. **Annales de Zootechnie**, v. 49, n. 03, p. 181-205, 2000.
- CHIZZOLINI, R. et al. Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. **Trends in food science Technology**, v. 10, n. 01, p. 119-128, 1999.
- COOPER, S.L.; SINCLAIR, L.A.; WILKINSON, R.G. et al. Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid content of muscle and adipose tissue in lambs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1461-1470, 2004.
- COSTA, R. G. et al. Carne caprina e ovina: composição e características sensoriais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v. 9, n. 03, p. 497-506, 2008.
- COSTA, R. G. et al. Lipid profile of lamb meat from different genotypes submitted to diets with different energy levels. Brazilian, **Journal of Animal Science**, v. 38, n. 03, p.532 -538, 2009.
- DÍAZ, M.T.; VELASCO, S.; CAÑEQUE, V. et al. Use of concentrate or pasture for fattening lambs and its effect on carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, v.43, p.257-268, 2002.
- ENSER, M.; HALLETT, K.; HEWITT, B. et al. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork at retail. **Meat Science**, v.42, n.4, p.443-456, 1996.
- FERRÃO, S. P. B. et al. Características sensoriais da carne de cordeiros da raça Santa Inês submetidos a diferentes dietas. **Ciências e Agrotecnologia**, v.33, n.01, p. 185-190, 2009.
- FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal Biological Chemistry**, v. 226,

n. 01, p. 497-509, 1957.

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**, v. 78, n. 11, p. 2849–2855, 2000.

GERMAN, J.B.; DILLARD, C.J. Saturated fats: what dietary intake? **American Journal of Clinical Nutrition**, v.80, p.550-559, 2004.

GRUNDY, S. M. Influence of stearic acid in cholesterol metabolism relative to the other long chain fatty acids. **American Journal Nutrition**, v.60, n. 06, p.986, 1994.

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

HU, F.B.; MANSON, J.E.; WILLET, W.C. Types of dietary fat and risk of coronary disease: a critical review. **Journal of the American College of Nutrition**, v.20, n.1, p.5-19, 2001.

INSAUSTI, K.; GOÑI, V.; GORRAIZ, E. P. C. et al. Effect of weight at slaughter on the volatile compounds of cooked beef from Spanish cattle breeds. **Meat Science**, v. 70, n. 01, p. 83- 90, 2005.

KALSCHEUR, K.F., TETER, B.B., PIPEROVA, L.S., ERDMAN, R.A. 1997. Effect of dietary forage concentration and buffer addition on duodenal flow of trans-C18:1 fatty acids and milk fat production in dairy cows. **J. Dairy Sci.** 80:2104-2114.

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

MADRUGA, M.S. Qualidade química, sensorial e aromática da carne caprina e ovina: mitos e verdades. In: viii Encontro nacional para o desenvolvimento da espécie caprina, 8., 2004, Botucatu. **Anais...** São Paulo: 2004. p.215-234.

- MADRUGA, M. S.; ARAÚJO, W.O.; SOUSA, W.H.; CÉZAR, M.F.; GALVÃO, M.S.; CUNHA, M. G. G. Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1838-1844, 2006.
- MARQUES, A. V. M. S.; COSTA, R. G.; SILVA, A. M. A. et al. Rendimento, composição tecidual e musculosidade da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis de feno de flor-de-seda na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 03, p. 610-617, 2007.
- MOLONEY, A. P.; MOONEY, M. T.; KERRY, J. P.; TROY, D. J. Producing tender and flavoursome beef with enhanced nutritional characteristics. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 60, n. 05, p. 221-229, 2001.
- MOTTRAM, D.S. Flavour formation in meat and meat products: a review. **Food Chemistry**, v.62, n.4, p.415-424, 1998.
- MULVIHILL, B. ruminant meat as a source of conjugated linoleic acid (CLA). **British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin**, v.26, p.295-299, 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of sheep**. Washington DC; 1985. 99p.
- NÜRNBERG, K.; WEGNER, J.; ENDER, K. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. **Livestock Production Science**, v.56, p.145-156, 1998.
- PARODI, P.W. 1994. Conjugated linoleic acid: an anticarcinogenic fatty acid present in milk fat. **Austr. Journal. Dairy Technology.**, 49:93-97.
- PEREZ, J. R. O.; BRESSAN, M. C.; BRAGAGNOLO, N. et al. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.01, p.11-18, 2002.

- PRECHT, D.; MOLKETIN, J. Rapid analysis of the isomers of trans-octadecenoic acid in milk fat. **Internacional Dairy Journal**, v.6, n. 08, p.791-809, 1996.
- RHEE, K. S. Fatty acids in meats and meat products. In: CHOW, C. K. **Fatty acids in foods and their health implications**. New York: Marcel Dekker Inc., 1992. p. 65-93.
- SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; MENDES, I. A. The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lamb. II Fatty acid composition of meat. **Livestock Science**, v. 77, n. 02, p. 187-194, 2002.
- SAÑUDO, M. E. et al. Fatty acid composition and sensory characteristics of lambs carcass from Britain and Spain. **Meat Science**, v. 54, n. 04, p. 339-346, 2000.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS Systems for linear models**. Cary: SAS Institute, 2002.
- SCHAEFER, A. L. New techniques to reduce fatness in farm animals. In: JONES, S D. M. **Quality and grazing of carcass of meat animals**. Boca Raton: CRC Press, 1995. p. 593.
- SEARCY, T. L.; BERGQUIST, L. M. A new colour reaction for the quantification of serum cholesterol. **Clinica Chimica Acta**, v. 5, p. 192-199, 1960.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p. 3562-3577, 1992.
- ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**, v. 338, n. 8773, p. 985-992, 1991.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. **Ithaca:** Cornell University Press, 1994. 476 p.

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

WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. L.; NUTE, G. R. et al. Effects of fatty acids on meatquality: a review. **Meat Science**, v. 66, n. 01, p. 21-32, 2003.