



BRÍGIDA REGINA LANGA

**PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E QUALIDADE
DE CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS
COM TORTA DE CRAMBE**

LAVRAS – MG

2013

BRÍGIDA REGINA LANGA

**PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E QUALIDADE DE CARNE DE
CORDEIROS ALIMENTADOS COM TORTA DE CRAMBE**

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

Orientador

Dr. Juan Ramón Olalquiaga Perez

LAVRAS-MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Langa, Brígida Regina.

Perfil de ácidos graxos e qualidade de carne de cordeiros alimentados com torta de crambe / Brígida Regina Langa. – Lavras : UFLA, 2014.

51 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Juan Ramón Olalquiaga Perez.

Bibliografia.

1. Coproduto. 2. Nutrição. 3. Carne - Qualidade. 4. Índice de aterogenicidade I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.313

BRÍGIDA REGINA LANGA

**PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E QUALIDADE DE CARNE DE
CORDEIROS ALIMENTADOS COM TORTA DE CRAMBE**

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

APROVADA em 18 de dezembro de 2013.

Dra. Iraídes Ferreira Furusho Garcia	UFLA
Dr. Idalmo Garcia Pereira	UFLA
Dr. Eduardo Mendes Ramos	UFLA

Dr. Juan Ramón Olalquiaga Perez

Orientador

LAVRAS- MG

2013

A DEUS e razão da minha vida (Regina João Langa)

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por nunca desistir de mim.

À minha mãe, pelos ensinamentos, amor, carinho, compreensão e apoio em todos os momentos da minha vida.

A minha família, em especial aos tios Samuel e Quitéria (em memória), pelos ensinamentos, encorajamento, apoio incondicional e motivação. Aos meus avós, Samuel e Regina, pelo amor, ao meu primo Carlos pela grande ajuda e carinho.

Ao Martinho pela confiança, alegrias, força e paciência.

Ao meu Orientador Juan Perez, pela orientação, ter acreditado em mim, encorajamento e ensinamentos.

À professora Iraídes Garcia, pela orientação, ensinamentos, conselhos, paciência e encorajamento.

Ao Ministério da Ciência e Tecnologia de Moçambique pelo apoio financeiro e à Universidade Federal de Lavras pela oportunidade.

Ao GAO pelo apoio e contribuição científica, em especial à Daviane, Joanne, Luanna, Elicias, Isabella.

Aos africanos: Abel, Otília, Constantino, David, Mateus, Joel, Quim, pela ajuda e convivência. À Marla e à Ludmila pela convivência, paciência e carinho. Ao Ivandro Bauaze pela ajuda em cada etapa desta caminhada.

Ao Pastor Carlos e sua esposa pelo acolhimento, amizade e encorajamento.

Aos funcionários do DZO: Borginho, Márcio, Carlos, Eliana, José Virgílio, Leandro e Joelma.

RESUMO

O presente trabalho objetivou avaliar o efeito da inclusão da torta de crambe sobre: a composição química, parâmetros físicos da carne, perfil de ácidos graxos no músculo *Longissimus dorsi*, estimativas da atividade enzimática das dessaturase 16 e 18, elongases e índice de aterogenicidade no músculo *Longissimus dorsi* de cordeiras. Foram utilizadas trinta e duas cordeiras mestiças Dorper x Santa Inês (12,73 a 23,5 kg), onde permaneceram confinadas por um período de 118 dias. A composição química e física, exceto os lipídeos da carne, não foi alterada ($P>0,05$) pela inclusão da torta de crambe na dieta. Os teores de lipídeos diminuíram ($P=0,01$) à medida que aumentava a torta de crambe na ração. A torta de crambe teve efeito em elevar de forma linear ($P<0,05$) os teores dos ácidos heptadecanóico Anti-*trans* (C15:1), linoleico (C18:2 C9 C12) e ácido linoleico conjugado (C18:2 C9 t11), e de diminuir linearmente ($P<0,05$) os teores dos ácidos oleico (C18:1), palmitoleico (C16:1) e, conseqüentemente, a $\Delta 9$ dessaturase 16. A inclusão da torta de crambe na dieta melhora a qualidade da carne diminuindo o teor de extrato etéreo e aumentando o teor de ácidos graxos poli-insaturados benéficos à saúde humana.

Palavras-chave: Coproduto. Nutrição. Qualidade de carne. Índice de aterogenicidade.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of inclusion of pie crambe about: chemical composition, physical parameters of meat, fatty acid profile of the Longissimus dorsi, estimates of desaturase enzyme activity of 16 and 18, and elongases atherogenicity index in muscle longissimus dorsi of lambs. Thirty-two crossbred lambs Dorper x St. Agnes (from 12.73 to 23.5 kg), which remained confinandas for a period of 118 days were used. The chemical and physical composition, except the lipids of the flesh was not altered ($P > 0.05$) by the inclusion of the pie crambe in the diet. The concentration of lipids decreased ($P = 0.01$) with increasing pie crambe in the ration. Crambe pie had an effect in increasing linearly ($P < 0.05$) the content of this Anti-heptadecanoic acid (C15: 1), linoleic (C18: 2 C12 C9) and conjugated linoleic acid (C18: 2 t11 C9) and linearmennte ($P < 0.05$) decrease the levels of oleic (C18: 1), palmitoleic (C16: 1.) and hence the $\Delta 9$ desaturase pie 16 the inclusion of the diet improves crambe decreasing the quality of the meat content of fat and increasing the content of polyunsaturated fatty acids beneficial àsaúde human.

Keywords: Coproduct. Nutrition. Meat quality. Atherogenicity index.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Perfil de ácidos graxos do óleo extraído dos grãos de Crambe.....	16
Tabela 2	Composição média dos ingredientes e bromatológica das dietas experimentais: 0% (T0) e 4% (T4), 8% (T8) e 12% (T12) de inclusão da torta de crambe.....	22
Tabela 3	Composição bromatológica dos alimentos (% da MS).....	23
Tabela 4	Perfil de ácidos grãos das dietas experimentais e da torta de crambe.....	24
Tabela 5	Valores médios para o consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros em dietas contendo 0%, 4% (T4), 8% (T8) e 12% (T12) de inclusão da torta de crambe.....	29
Tabela 6	Composição centesimal do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiras alimentadas com dietas contendo níveis crescentes da torta de crambe.....	30
Tabela 7	Propriedades físico-química do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiras alimentadas com dietas contendo níveis crescentes da torta de crambe.....	31
Tabela 8	Composição dos ácidos graxos saturados da fração lipídica do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiras alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de torta de crambe.....	33
Tabela 9	Composição dos ácidos graxos monoinsaturados da fração lipídica do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiras alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de torta de crambe.....	35
Tabela 10	Composição dos ácidos graxos poli-insaturados da fração lipídica do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiras alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de torta de crambe.....	37
Tabela 11	Valores médios dos somatórios e relações dos ácidos graxos saturados (AGS), insaturados (AGI), monoinsaturados (AGMI), poli-insaturados (AGPI), $\omega 6$ e $\omega 3$ da fração lipídica do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiras alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de torta de crambe.....	39

Tabela 12	Valores médios das atividades das enzimas Δ^9 dessaturase 16, Δ^9 dessaturase 18, Elongase e Índice de aterogenicidade (IA) da fração lipídica do músculo <i>longissimus dorsi</i> de cordeiras alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de torta de crambe.....	41
-----------	---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Crambe e seu coproduto na alimentação animal	14
2.2	Carne ovina	16
2.2.1	Composição química da carne	17
2.2.2	Propriedades físicas da carne	18
2.2.3	Perfil de ácidos graxos	19
3	MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1	Análise estatística	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIA	44

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o aquecimento global é uma preocupação que tem merecido muita discussão tentando se buscar alternativas para fontes de energia renováveis, as quais causam menos danos ao planeta. Biodiesel é um exemplo de combustível derivado da biomassa renovável. Contudo, no processo de produção são gerados coprodutos, tais como tortas e farelos que são obtidos pela prensagem ou extração com solvente do óleo vegetal das oleaginosas, que podem ser aproveitados tanto na alimentação animal quanto na adubação.

No território brasileiro é obrigatória a adição de 5% de biodiesel em todo diesel produzido. Quando a obrigatoriedade era de 3% o potencial de produção de torta/farelo era de 14.746 kg/ha/ano (ABDALLA et al., 2008). Considerando que de 2008 a 2012 observou-se um aumento na produção de biodiesel de 7.404.262m³ para 17.239.715 m³ (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PETRÓLEO -ANP, 2013) pressupõe-se que a produção de torta/farelo tenha sido impulsionada.

A principal matéria-prima na produção do biodiesel é a soja, sendo que, além desta, também tem-se usado o girassol, algodão, entre outros. Além de constituir matéria-prima na produção de biodiesel, a soja é um alimento proteico na ração animal, que com o aumento de preços que se verificou recentemente, causou um acréscimo no custo da ração. Em virtude disto, tem-se buscado alimentos alternativos a exemplo do crambe.

O Crambe (*Crambe abyssinica*) é uma oleaginosa que pode servir de alternativa de inverno. Tem sido usada como matéria-prima na produção de biodiesel e os resíduos sólidos usados como fonte proteica e lipídica na ração de ruminantes. Contudo, embora seja uma alternativa de alimentação animal, o crambe apresenta fatores antinutricionais que limitam o seu uso em monogástricos, sendo eles o ácido erúico e o glucosinolato.

Nos últimos anos tem-se verificado esforços em intensificar a produção da carne ovina associada à maior procura por este produto. No entanto, a gordura desta carne é um fator preocupante visto que é na sua maioria composta por ácidos graxos saturados, os quais são maléficos à saúde.

Embora a carne ovina tenha o inconveniente de apresentar alto teor de ácidos graxos saturados é nos ruminantes em geral onde ocorre produção do ácido linoleico conjugado (CLA), sendo este benéfico à saúde humana por apresentar propriedades nutracêuticas, prevenindo-os de várias doenças como o câncer.

A nutrição é um fator que afeta consideravelmente as propriedades qualitativas e quantitativas da carne, e especificamente o uso de oleaginosas na dieta animal melhorando o perfil de ácidos graxos da carne, fato que responde a preocupação da sociedade atual na busca por alimentos que tragam benefícios à saúde. Contudo, pouco se sabe do efeito que a torta de crambe pode causar na qualidade da carne, visto que a maioria dos estudos foi para avaliação do desempenho animal. A clara necessidade de intensificação dos sistemas de produção de carne associados cada vez mais com a qualidade e às exigências do consumidor, justifica a necessidade de estudos dos efeitos deste alimento, no produto final.

Assim sendo, objetiva-se com este estudo avaliar o efeito de níveis crescentes de inclusão da torta de crambe sobre a composição química e propriedades físicas da carne, perfil de ácidos graxos na fração lipídica do músculo *Longísimus dorsi*, estimativa da atividade das enzimas dessaturases 16 e 18, elongases e índice de aterogenicidade na fração lipídica do músculo *Longísimus dorsi* de cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper.

REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Crambe e seu coproduto na alimentação animal

O crambe (*Crambe abyssinica* H.) é uma planta de ciclo anual originária do mediterrâneo, pertencente à família das Crucíferas apresentando elevada concentração de óleo e proteína, altamente tolerante à seca, ao clima úmido e a pragas, doenças e ciclo curto (90 a 95 dias) (RURAL SEMENTE, 2012).

Esta cultura foi introduzida no Brasil na década de 1990, vinda do México, a qual foi selecionada por pesquisadores da fundação Mato Grosso do Sul (FMS), originando a cultivar FMS Brilhante, adaptada às condições brasileiras (PITOL; BROCH; ROSCOE, 2010). Atualmente os estados que produzem crambe são os do Mato Grosso do Sul (MS) Goiás (GO) e Minas Gerais (MG) (FUNDAÇÃO DO MATO GROSSO DO SUL- FUNDAÇÃO MS, 2007)

De acordo com Souza et al. (2009) os grãos apresentam 40% de óleo e a torta possui aproximadamente de 15% a 31% de proteína bruta. Porém, estes valores podem variar dependendo do método de extração do óleo. Como exemplo, Silva (2013) achou valores médios de 28,7% e 28% para proteína bruta e extrato etéreo respectivamente enquanto que Brás (2011) encontrou médias de 24,67% e 29,60%.

O crambe possui dois fatores antinutricionais, o glucosinolatos e o ácido erúico. O Glucosinolato é um metabólito secundário do metabolismo da planta, composto por um aminoácido (metionina ou triptofano, ou fenilalanina) e por um açúcar (TRIPATHI e MISHRA, 2007). Segundo estes autores o glucosinolato é uma molécula biologicamente inativa, porém quando é hidrolizado pela enzima mirosinase, os seus produtos (Isotiocionatos, nitrilas, tiocionatos) tornam-se nocivos à saúde animal.

Estes produtos podem influenciar o crescimento animal afetando a disponibilidade do iodo, causando mudanças fisiológicas e morfológicas na tireoide, principalmente em animais não ruminantes (TRIPATHI e MISHRA, 2007). Em ruminantes, dietas contendo torta de crambe com quantidades significativas de glucosinolato, têm pouco efeito, pois este é facilmente degradado pelos microorganismos ruminais, diminuindo a sua toxicidade (WALLING. et al., 2002). Pode-se minimizar os efeitos do glucosinolato recorrendo-se a hidrólise enzimática, por tratamento térmico, entre outros. (TRIPATHI e MISHRA, 2007).

O ácido erúico (C 22:1) é um ácido graxo monoinsaturado presente no crambe, e é considerado fator antinutricional, que quando presente em excesso causa efeitos deletérios ao animal (KRAMER *et al.*, 1973). Segundo RURAL SEMENTE, (2012). Tem várias utilidades e, dentre elas, destacam-se o uso como lubrificante industrial, inibidor de corrosão e como ingrediente de manufatura de borracha sintética. No que se refere a efeitos na alimentação animal, são poucos os relatos sobre a ação desse ácido em ruminantes. Estudos feitos em ratos usando colza (*Brassica napus*) constataram que este promovia acúmulo de lipídios em volta do tecido hepático e do coração, além de redução de crescimento (KRAMER *et al.*, 1973).

No perfil de ácidos graxos do óleo extraído dos grãos de crambe é notório que estes são ricos em ácidos graxos poli-insaturados (3,81%) em relação aos saturados (2,01%), conforme dados apresentados por BRÁS, 2012 (Tabela 1).

Tabela 1 Perfil de ácido graxos do óleo extraído dos grãos de Crambe.

Ácido graxo	Nome comum	Óleo de crambe (%)
C 16:0	Palmítico	1,3
C 18:0	Estearico	0,6
C 18:1	Oleico	13,0
C 18:2	Linoleico	6,5
C 18:3	Linolênico	4,1
C 20:0	Araquidônico	1,0
C 22:0	Behênico	2,4
C 22:1	Erúico	64,5
C 24:0	Lignocérico	0,8
Saturados		2,01
Monoinsaturados		26,86
Poli-insaturados		3,81
Ômega 6		2,45
Ômega 3		1,36

Fonte: Brás 2012

2.1.1 Carne ovina

O atual consumo de carne ovina per capita/ano, no Brasil, ainda é considerado muito baixo (0,7 kg) comparado ao da carne bovina que é de 37 kg (SEBRAE, 2013). Contudo, segundo Economia Terra (2013), esforços têm sido feitos com vista a aumentar o consumo para 2,5 kg.

Segundo a FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION - FAO (2012), a produção da carne ovina em nível mundial registrou um crescimento na ordem de 0.9% do ano 2011 ao ano 2012. Este fato deveu-se às condições de pasto satisfatórias que induziram o aumento do rebanho das principais áreas produtoras da Ásia e da África (FAO, 2012).

Pelo fato de a carne ovina, assim como de outros ruminantes, possuir altos teores de ácidos graxos saturados tem sido atribuída uma imagem negativa associando-a com a ocorrência de doenças cardiovasculares. Contudo, embora apresente este inconveniente, estudos mostraram que nos ruminantes

normalmente ocorre produção do ácido linoleico conjugado (CLA) por bactérias ruminais como um intermediário de biohidrogenação do ácido linoleico (KEPLER et al., 1966).

2.1.2 Composição química da carne

A gordura é um fator que tem influência na qualidade da carne em atributos como suculência, sabor e maciez. De acordo com Geay et al., (2001) a natureza dos lipídios armazenados nos tecidos depende das condições alimentares, dos processos de digestão e absorção intestinal, metabolismo hepático e sistemas de transporte. A gordura é o componente que mais varia na carne, pois ela é dependente da raça, idade, sexo, espécie, alimentação e região anatômica (MATURANO, 2003).

A água é o maior constituinte do tecido muscular, sendo que as suas proporções nos tecidos variam de 71 a 76% e é constante de um músculo para o outro no mesmo animal e entre espécies. A água presente no músculo exerce influência sobre a qualidade da carne agindo sobre as características sensoriais (a água fica retida no músculo, interferindo na suculência, maciez, cor) sabor e preservação. Além destes atributos, ela funciona como um meio de transporte para nutrientes, metabólitos, hormônio e como sede de reações químicas e processos metabólicos (LAWRIE, 2005).

Existe uma relação entre a água e a proteína, pois estas são as principais substâncias captadoras nos organismos, e a força com que a água se liga a proteína depende da temperatura da carne e da classe de proteínas.

A carne é formada por proteínas de alto valor biológico, que são determinadas pelo seu conteúdo de aminoácidos essenciais. Elas constituem o segundo maior componente da carne cujo teor varia de 16 a 22% (PARDI et al. 2006). O principal fator que determina as propriedades de suculência é a

solubilidade das proteínas, sendo esta influenciada pelo pH, temperatura e início de *rigor-mortis*.

De acordo com Zeola *et al.* (2004), o teor de matéria mineral na carne é em média 1,5%, sendo que este encontra-se distribuído irregularmente no tecido muscular, 40% no sarcoplasma, 20% formam os componentes celulares e os restantes distribuem-se nos líquidos extracelulares. A carne apresenta todos os minerais importantes para a nutrição humana, e os principais minerais são fósforo, sódio, cloro, magnésio e ferro. O ferro é importante, pois participa da síntese de hemoglobina, mioglobina e certas enzimas (ZEOLA, 2004).

2.1.3 Propriedades físicas da carne

De acordo com Madruga (2004) e Mottram (1998), as propriedades físicas dos lipídios afetam diretamente as qualidades nutricionais, sensoriais e de conservação da carne.

A cor é um fator que influencia a compra da carne pelo consumidor. Pode ser influenciada pela gordura da carcaça, pH, idade do animal, peso de carcaça e teor de gordura intramuscular (PRIOLO, 2001). A mioglobina é o fator que determina a coloração da carne contribuindo com um percentual de 80 a 90% do pigmento total, e em menor grau a hemoglobina (PARDI *et al.*, 2006). As medidas de concentração da mioglobina, concentração total de ferro e índices de cor são extremamente correlacionadas, isto é, se o músculo apresenta-se mais vermelho que o outro provavelmente contém mais mioglobina e, portanto, maior teor de ferro (GOMIDE *et al.*, 2012)

A maciez da carne é influenciada pelo sexo e gordura, sendo que as fêmeas apresentam carne mais macia em comparação com os machos e quanto maior for a quantidade de gordura mais macia é a carne (ALVI, 1980 GULARTE *et al.*, 2000). O efeito da gordura sobre a maciez foi comprovada

por SANUDO et al. (2000), que estudaram carcaças classificadas segundo o seu teor de gordura externa. Tendo concluído que a maciez é maior em carcaça com mais gordura, acreditam que ela exerça uma influência indireta, pois protege a carcaça contra os efeitos negativos da temperatura de resfriamento.

2.1.4 Perfil de ácidos graxos

O metabolismo dos ácidos graxos no rúmen tem uma grande influência na composição dos ácidos graxos da carne de ruminantes (JENKINS et al., 2007). Devido à ação de biohidrogenação que ocorre no rúmen que faz com que o tecido adiposo de ruminantes seja na sua maioria constituído por ácidos graxos saturados em relação aos ácidos graxos insaturados (WOOD, 1996). Contudo, aumentando a proporção de ácidos graxos poli-insaturados na dieta torna-se possível aumentar a insaturação e reduzir o teor de ácidos graxos saturados na carne de ruminantes, visto que alguns destes apresentam efeito hipercolesterolêmico (GEAY et al., 2001)

Os ácidos graxos saturados mais encontrados na gordura animal são o mirístico (C14:0), palmítico (16:0) e o esteárico (18:0) e o ácido graxo insaturado mais abundante é o oleico. Os ácidos mirístico e palmítico apresentam ação hipercolesterolêmica, enquanto que o ácido esteárico apresenta ação neutra. Dentre os ácidos graxos insaturados presentes na gordura animal os ácidos linoleico e linolênico são essenciais, pois os animais não dispõem de sistemas enzimáticos para a sua síntese (PARDI, 2006). Os ácidos graxos de cadeia longa (acima de 18 carbonos) parecem oferecer uma proteção contra doenças cardiovasculares, particularmente contra trombose, em especial aqueles que provêm dos ácidos linoleico e linolênico, principais integrantes dos ômega-6 e ômega-3, respectivamente (GOMIDE et al., 2012)

De acordo com Dietschy (1998) e Grundy & Denke (1990), o inconveniente dos ácidos graxos saturados é de elevar a concentração sérica de LDL (lipoproteínas de baixa densidade), reduzindo a atividade do receptor LDL colesterol e o espaço livre de LDL na corrente sanguínea. As LDL são consideradas prejudiciais ao organismo, enquanto que as HDL removem o colesterol do sangue, devolvem ao fígado onde serão metabolizados e posteriormente eliminados. No entanto, as discussões atuais questionam a recomendação de substituição dos ácidos graxos saturados por outros nutrientes, carboidratos, por exemplo, visto que recentemente foram recolhidas evidências de que essa substituição pode ter grande impacto no aumento de doenças cardiovasculares e diabetes (SANTOS et al., 2013).

Wood *et al.* (2003) destacam que as alterações na composição de ácidos graxos em concentrados e em volumosos resultam em diferenças na composição de ácidos graxos no tecido. E esta diferença na composição pode refletir no aroma, no sabor, na coloração e na vida útil da carne. (WOOD, 1996).

Segundo Wood *et al.* (2003) existe grande interesse em se estudar perfil de ácidos graxos, pois, a carne é vista como a maior fonte de gordura na dieta, especialmente a saturada, que é diretamente associada a doenças como câncer e doenças do coração. Em contrapartida, os ruminantes são os produtores do ácido linoleico conjugado (CLA) que tem mostrado ser um grande contribuinte na prevenção de cancro, aterosclerose e outras. O CLA é formado no rúmen a partir da biohidrogenação do ácido linoleico dietético (JENKINS et al., 2007) e nos tecidos por ação da enzima $\Delta 9$ -dessaturase sobre o ácido vaccênico (C18:1, trans-11) (BAUMAN et al., 2001). Visto que o C18:1, trans-11 é um intermediário comum tanto da biohidrogenação do ácido linoleico como do ácido linolênico, a presença de qualquer um dos dois na dieta favorece a ocorrência de CLA nos tecidos (MEDEIROS et al., 2005).

A enzima Δ^9 -dessaturase atua em maior intensidade no tecido adiposo e a sua atividade pode ser influenciada pela raça, sexo e grau de maturidade fisiológica dos animais (MALAU- ADULI et al., 1997).

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

De acordo com Enser et al. (1998), o conteúdo total de gordura, a relação entre ácidos graxos poli-insaturados e saturados (AGPI/AGS) e a razão n6:n3 são fatores importantes para julgar o valor nutricional dos ácidos graxos do alimento. Os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade são utilizados como medidas de avaliação e comparação da qualidade da carne de diferentes alimentos e dietas. 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 (WOOD et al., 2003; ARRUDA, 2010).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de Ovinocultura do departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, e foram utilizadas 32 cordeiras mestiças (Dorper x Santa Inês) com peso de 12,73 kg a 23,5 kg, distribuídas em baias individuais com piso cimentado, providas de comedouros e bebedouros individuais e dispostas em área coberta. Todos os procedimentos experimentais foram analisados e aprovados pela comissão de Bioética na utilização de animais da Universidade Federal de Lavras (Protocolo nº 72/2011). A torta de crambe das dietas experimentais foi oferecida pela Fundação do Matogo Grosso do Sul.

Os animais passaram por um período pré-experimental de 12 dias recebendo a mesma dieta do período experimental. Ao final deste período foram formados oito blocos com base no peso corporal e distribuídos aleatoriamente em cada um dos quatro tratamentos em delineamento em blocos ao acaso.

Tabela 2 Composição bromatológica dos alimentos (% da MS).

Ingredientes	¹ MS	² PB	³ EE	⁴ FDN	Cinzas	⁵ CNF
Feno de Tifton	92,5	7,2	3,5	73,8	5,7	9,6
Torta de crambe	02,3	28,7	28,0	33,0	5,0	5,1
Milho Moído	87,2	9,2	5,9	12,5	1,2	71,0
Casca de soja	89,5	11,2	2,5	69,2	3,9	12,9
Farelo de soja	88,5	51,4	2,5	17,3	6,5	22,1

¹Matéria seca; ²Proteína Bruta, ³Extrato etéreo; ⁴Fibra em detergente neutro, ⁵carboidratos não fibrosos. CNF= 100 - (%PB + % EE + % FDN + % CINZA)

As dietas foram formuladas de modo a permitir uma substituição do farelo de soja pela torta de crambe (Tabela 3). Os tratamentos consistiram em níveis de inclusão da torta de crambe totalizando quatro tratamentos e oito repetições.

Tabela 3 Composição média dos ingredientes e bromatológica das dietas experimentais: 0%, 4%, 8%, e 12% de inclusão da torta de crambe em percentagem de matéria seca.

	0%	4%	8%	12%
Ingredientes	Dietas			
Feno de Tifton	40,0	40,0	40,0	40,0
Milho moído	38,3	38,3	38,3	38,3
Crambe	0,00	4,1	7,9	12,00
Farelo de soja	12,9	11,5	10,0	8,5
Casquinha de soja	7,6	5,0	2,5	0,0
Sal Mineral ¹	1,1	1,1	1,1	1,1
<i>Nutrientes %</i>				
Proteína bruta (PB)	14,9	15,1	15,1	15,2
Fibra em detergente neutro (FDN)	36,4	35,5	34,6	34,2
Extrato etéreo (EE)	4,1	5,2	6,7	7,8
Cinzas	4,4	4,2	4,1	3,9
CNF ² (carboidrato não fibroso)	40,2	39,6	39,5	38,9

¹ sal mineral- 0,05% de calcário. Composição (por Kg do produto): 150 g Ca; 50 g P; 195 g Na; 20 mg Co; 190 mg Cu; 40 mg I; 1,450 mg Mn; 2,000 mg Zn; 7 mg Se; 500 mg F. ² CNF= 100 – (%PB + % EE + % FDN + % CINZA)

Tabela 4 Perfil de ácido graxos das dietas experimentais e da torta de Crambe.

Ácido graxo	Dietas experimentais				Torta de crambe
	0%	4%	8%	12%	
Palmítico (C16:0)	16,339	12,298	7,656	6,949	2,137
Palmitoleico (C16:1 C9)	0,139	0,159	0,163	0,154	0,18
Estearíco (C18:0)	3,133	2,813	1,794	1,646	1,021
Oleico (C18:1 C9)	30,179	26,853	25,724	23,893	20,089
Linoleico C18:2 C9 C12	40,119	33,371	22,981	26,168	9,271
γ -Linolênico (C18:3 n6)	0,126	0,106	0,682	0,22	0,852
α -Linolênico (C18:3 n3)	2,053	2,051	2,269	1,994	2,867
Eicosanoico (C20:1)	0,503	2,379	4,429	3,909	
Heneicosanoico (C21:0)				0,015	7,006
Eicosadienoico (C20:2)	0,044	0,057	0,118	0,112	1,833
Erúcido (C22:1)		13,109	29,405	28,385	50,55
Saturados	20,612	16,698	10,049	9,803	10,965
Insaturados	79,462	83,36	89,702	90,664	88,857
Monoinsaturados	36,088	46,888	62,507	60,544	74,206
Poli-insaturados	43,16	36,162	27,358	29,743	14,831
Ômega 6	0,126	0,106	0,682	0,22	0,852
Ômega 3	2,871	2,051	2,269	1,994	2,867

Análise no Laboratório de nutrição e crescimento animal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ-USP).

As dietas foram fornecidas diariamente às 07h00 e 16h00 em quantidades suficientes para resultar em 10% de sobras.

Ao final do período experimental, que foi de 118 dias, os cordeiros, com 33,85 Kg de peso médio, foram submetidos a jejum de sólidos por 14 horas. No

momento do sacrifício os animais foram insensibilizados por atordoamento com concussão cerebral e corte das veias jugulares e artérias carótidas para sangria.

Após a evisceração e retirada dos componentes corporais não integrantes da carcaça, a mesma foi mantida em temperatura ambiente por seis horas, para diminuir a taxa de queda de temperatura evitando o encolhimento pelo frio. Em seguida as carcaças foram refrigeradas entre 2 e 4°C por 24 horas em câmara frigorífica.

Para as análises laboratoriais foram extraídas do músculo *Longissims dorsi* (isentos de gordura aparente e tecido conjuntivo) na porção medial entre a 12ª e 13ª costela, identificado, embalado por papel alumínio e congelado em freezer a -18 °C, até ao início das análises.

Antes da análise composição centesimal as amostras foram descongeladas a 4°C em uma geladeira por 24 horas, em seguida trituradas e homogeneizadas.

As análises de umidade e cinzas foram realizadas conforme técnicas da AOAC (1990). Após a determinação da umidade (estufa 105 °C), as amostras foram incineradas a 600°C em mufla, por aproximadamente 4 horas ou até a obtenção de uma cinza clara, sinal da ausência de matéria orgânica, e fez-se a pesagem. Tanto a umidade quanto a cinza foram determinadas por diferença de peso inicial e final. A análise do teor de proteína bruta foi baseada no processo semimicro Kjeldahl, e de extrato etéreo conforme técnicas da AOAC (1999).

Para as análises das propriedades físicas, as amostras do músculo *longissimus dorsi* foram descongeladas a uma temperatura de 4° C por 24 horas, em seguida expostas ao ar atmosférico por um período de uma hora para uma eficiente oxigenação da carne. Após este período foi realizada a leitura da cor com o colorímetro Minolta CM-700, por meio do sistema CIELAB onde, o espaço, L* indica luminosidade, a* intensidade de vermelho e b* intensidade de amarelo, segundo a metodologia utilizada por Bressan (1992). Foram feitas três

medições em diferentes pontos da amostra, que foi cortada em cubos de 5 cm de comprimento por 3 cm de largura e 2 cm de espessura e utilizaram-se as médias para a análise estatística.

A avaliação da perda de peso por cocção (PPC) foi realizada em triplicata conforme método descrito por Ramos & Gomide (2007). A PPC foi calculada pela seguinte equação:

$$PPC = \frac{P_{Inicial} - P_{Final}}{P_{Inicial}}$$

As amostras provenientes da PPC foram cortadas paralelamente à orientação das fibras musculares, com área de 1 x 1 cm², evitando aponeuroses ou gorduras para análise da força de cisalhamento. A análise foi realizada segundo protocolo da *American Meat Science Association* (AMSA, 1995) para avaliação da maciez objetiva em músculo *Longissimus*, com adaptações descritas por Rodrigues (2007), em *texturômetro TA-XT2 (Texture Technologies Corp./Stable Micro Systems)*, conectado a um computador provido do *software Exponent Lite*. O texturômetro, acoplado com lâmina *Warner Bratzler*, operando com velocidade no pré e no pós-teste de 5,0 mm.s⁻¹ e velocidade de teste de 3,3 mm.s⁻¹. A força de cisalhamento foi determinada como a força máxima (N) registrada.

Todas as análises das propriedades físicas do músculo foram realizadas no Laboratório de Carnes e derivados (Labcarne) do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

A extração dos lipídios da amostra (dietas experimentais e o músculo *Longissimus dorsi*) para determinação do perfil dos ácidos graxos foi feita segundo a metodologia de HARA e RADIN (1978), que consiste na utilização do Hexano: isopropanol seguindo-se de uma lavagem do extrato com sulfato de

sódio em solução aquosa removendo os contaminantes não lipídicos e metilação de acordo com a metodologia de CHRISTIE (1982). Em seguida, 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.

Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos de manteiga, quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos. As etapas de extração, metilação e leitura para determinação do perfil de ácidos graxos foram realizadas segundo procedimentos adotados no Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal de Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz” (ESALQ-USP).

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

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

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

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

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

2.1.5 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas de acordo com o delineamento em blocos ao acaso, com quatro tratamentos (0, 4, 8, 12 de inclusão da torta de crumbe) e oito blocos (peso inicial), tendo cada bloco uma repetição, considerando os efeitos de animal, do bloco e da dieta no modelo estatístico. Após análise de variância procedeu-se ao estudo da regressão pelo procedimento Proc REG do SAS (1996). Quando observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) foi apresentada a equação de regressão e o coeficiente de determinação (R^2). No caso de não se observar diferenças ($P > 0,05$), foram apresentadas apenas as médias dos tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de matéria seca, extrato etéreo e de fibra em detergente neutro foram influenciadas pela inclusão da torta de crambe na dieta. Onde se verificou que a diminuição no consumo de matéria seca foi acompanhada pelo aumento no consumo de extrato etéreo e diminuição no consumo de fibra em detergente neutro, como mostra a tabela 5.

Tabela 5 Valores médios para os consumos de nutrientes e desempenho de cordeiros em dietas contendo 0%, 4%, 8% e 12% de inclusão da torta de crambe.

Variável	Dietas				EPM ⁵	P ⁶
	0	4%	8%	12%		
GDP ¹ (g)	162	156	144	142	8,5	0,32
CMS ² (Kg)	2,67	2,64	2,54	2,43	0,05	0,02
C EE ³ (g)	33,8	45,4	49,1	54,9	2,1	<0,01
C FDN ⁴ (g)	288,9	281,8	248,4	234,2	12,74	0,02

¹Ganho diário de peso calculado semanalmente; ² Consumo de matéria seca; ³ Consumo de Extrato etéreo; ⁴Consumo de fibra em detergente neutro; ⁵erro padrão da média e ⁶valor da probabilidade para os efeitos do tratamento

Fonte: Adaptado de SILVA (2013).

Os níveis de inclusão da torta de crambe influenciaram ($p < 0,05$) os teores de extrato etéreo no músculo *longíssimus dorsi* de cordeiras (Tabela 6). A proporção de extrato etéreo encontrada foi alta, comparado a de alguns estudos, considerando que os teores de gordura da carne de ovinos podem variar de 2,0 a 4,0%. Provavelmente, isso ocorreu por se tratar de fêmeas, pois a fisiologia destas e o metabolismo fizeram com que depositassem maior quantidade de gordura. (VERGARA e GALLEGO, 1999, VELASCO, MOLINA e GALLEGO, 1999 e GOMIDE et al.,2012).

Tabela 6 Composição centesimal do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com dietas contendo 0%, 4%, 8% e 12% de inclusão da torta de crambe.

Ácido graxo	Níveis de inclusão da torta de crambe				P	CV(%)
	0%	4%	8%	12%		
Extrato etéreo	9,33	5,21	8,16	4,7	0,01 ¹	44,26
Cinzas	2,4	2,57	2,50	2,64	0,13	7,86
Umidade	62,74	62,74	64,54	65,84	0,46	6,08
Proteína Bruta	21,92	22,71	22,07	21,79	0,69	7,38

$$^1Y=9,33-3,037x-0,624x^2-0,035x^3$$

Observou-se um decréscimo de extrato etéreo à medida que aumentava o nível de inclusão da torta de crambe na dieta, fato que pode estar relacionado ao consumo de matéria seca, durante o período de confinamento. O fato da inclusão da torta de crambe ter reduzido o teor de lipídios pode ser considerado um ponto positivo, visto que a preocupação do consumidor é a busca de alimentos com baixos teores de gordura.

Segundo Prado (2004), a cinza encontrada nos tecidos cárneos varia pouco independentemente do tratamento, tendo se verificado esse efeito no presente trabalho. O teor da água na carne é inversamente proporcional ao conteúdo de gordura (HEDRICK et al., 1994 e GOMIDE et al., 2013). Neste estudo, embora o extrato etéreo tenha sido influenciado pelos tratamentos a umidade e a proteína não foram ($P>0,05$).

Santos et al (2009), em um trabalho realizado utilizando grãos de canola e seus subprodutos, verificaram que a composição centesimal do músculo do lombo de borregos da raça santa Inês não foi influenciada, sendo registradas médias de 7,15 a 9,72% para lipídios, de 2,36 a 2,50% para cinzas, 70,95 a 73,07% para umidade e 15,88 a 16,14% para proteína bruta. Os valores de cinzas e de extrato etéreo assemelham-se aos resultados (Tabela 6) obtidos no presente estudo, diferindo nos valores de umidade e proteína bruta.

Os parâmetros físicos da carne não diferiram ($P>0,05$) estatisticamente para a inclusão ou não da torta de crambe na dieta (Tabela 7). Provavelmente não houve diferença na cor da carne uma vez que as cordeiras foram todas mantidas em confinamento recebendo a mesma dieta e todas foram sacrificadas com a mesma idade fisiológica. Priolo et al. (2001) ressaltam que mudanças no sistema de produção podem influenciar na cor da carne, entre eles a nutrição, a idade de abate e os exercícios a que os animais são expostos.

Tabela 7 Propriedades físicas do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros alimentadas com dietas contendo 0%, 4%, 8% e 12% de inclusão da torta de crambe.

Variável (%)	Níveis de inclusão da torta de crambe				P	CV(%)
	0%	4%	8%	12%		
L*	41,25	43,01	41,19	42,75	0,65	8,72
a*	8,39	8,89	8,26	8,8	0,85	20,96
b*	16,02	15,25	15,05	15,2	0,67	11,59
PPC	25,08	24,79	20,84	21,84	0,68	36,45
FC	3,95	4,61	3,67	4,14	0,26	22,95

L*=indicativo de luminosidade; a* e b*= coordenadas de cromaticidade; PPC=perda de peso por cozimento FC=força de cisalhamento

Yamamoto et al. (2013), trabalhando com diferentes níveis de grãos de girassol na dieta com cordeiros, obtiveram valores semelhantes aos apresentados neste trabalho, diferindo apenas nos valores de b* (2,58 a 3,13), o que provavelmente pode ser explicado pelo teor de gordura intramuscular, por se tratar de fêmeas, ou, embora não se tenha medido pode ter sido influenciado pelo teor de carotenoide presente nas dietas. Segundo Priolo et al. (2001), o teor de amarelo é associado à composição de carotenoides e gordura intramuscular do músculo. Valores de b* em carnes com maior pontuação indicam que as tonalidades de vermelho estão mais perto da região do amarelo, diferentemente de valores menores que indicam uma cor vermelha mais perto da região do cinza (MADRUGA, 2004).

Os resultados da perda por cocção (PCC) encontrados neste estudo não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 7). Valores maiores foram relatados por Yamamoto et al. (2013) na carne de cordeiros (38,47 a 39,60). Esta diferença provavelmente seja motivada pela quantidade de gordura que as fêmeas apresentam, visto que Segundo SANUDO et al. 2000 a gordura protege a carcaça dos efeitos negativos da baixa temperatura de resfriamento e congelamento e a perda excessiva de água pela formação de cristais de gelo dentro das células. Esses cristais causam lesões celulares, no momento de descongelar a carne, aumentando a perda de água, além de outros nutrientes, como proteínas minerais e vitaminas.

A força de cisalhamento não foi afetada ($P > 0,05$) pelas dietas experimentais tendo variado de 3,67 a 4,61 kgf. De forma similar Freire et al. (2010) não encontraram diferenças estatísticas ($P > 0,05$) nos valores de força de cisalhamento em um experimento com amostras de lombo de cordeiros de diferentes cruzamentos, onde verificou-se valores de 2,3 kgf para o cruzamento Dorper x Santa Inês. Fernandes et al. (2011), analisando características qualitativas da carne de cordeiros Santa Inês, alimentados com 60% de concentrado e enriquecidas com soja grão ou gordura protegida, encontraram valores de força de cisalhamento variando de 2,11 a 2,28 kgf que também foi considerada macia.

À medida que o farelo de soja foi substituído pela torta de crambe verificou-se um aumento linear para o ácido graxo pentadecanoico ante-iso (C15:0 ante-iso) como mostra a Tabela 8.

Tabela 8 Composição dos ácidos graxos saturados do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros alimentadas com dietas contendo 0%, 4% , 8% e 12% de inclusão da torta de crambe.

Ácido Graxo	Níveis de inclusão da torta de crambe				P	CV(%)
	0%	4%	8%	12%		
C14:0 (Mirístico)	2,50	2,53	2,51	2,75	0,61	16,75
C15:0Ante-iso (pentadecanoico)	0,24	0,25	0,3	0,33	0,02 ¹	19,19
C16:0 (Palmítico)	22,24	21,37	20,7	20,24	0,14	8,1
C18:0 (Esteárico)	19,54	20,21	19,46	21,68	0,25	11,85
C20:0 (Araquídico)	0,24	0,32	0,57	0,65	0,007 ²	55,39

¹Y=0,008x+0,232, R²=0,95; ²Y=0,375x+0,2202, R²=0,95

Este ácido pode ser produzido pela *síntese de novo* nas bactérias ruminais e incorporado na sua membrana celular estando diretamente relacionado com o padrão de fermentação ruminal (FIEVEZ ET al., 2012). De forma geral, a síntese dos ácidos graxos de cadeia impar e ramificada ocorre a partir de uma molécula de propionil-CoA que é utilizado como *primer* (FULCO, 1983). Tajima et al. (2001) observaram que quando há elevação na relação Volumoso: concentrado, ocorre redução numérica na população de bactérias amilolíticas e concomitante elevação na população de celulolíticas (*e.g., R. flavefaciens, B. fibrisolvens*) ricas em ácidos graxos C14:0 *iso* e C15:0 *iso*, explicando, assim, o aumento da sua secreção. Outro aspecto importante sobre o C15:0 ante-iso, diz respeito a possibilidade de ação sobre saúde de quem o consome. Em um trabalho de Lock e Bauman (2004), questionam o porquê dos isômeros de CLA receberem muito mais atenção, visto que de uma forma geral os ácidos graxos de cadeia impar e ramificada (a exemplo do C15:0 ante-iso) apresentam uma ação citotóxica equivalente e apresentam-se em concentrações muito superiores as dos diversos isômeros de CLA presentes na

gordura de ruminantes. Complementado, Wongtangintharn et al. (2004) em experimentos in vitro, comprovaram que o C15:0 ante-iso assim como outros ácidos graxos de cadeia ímpar e ramificada apresentam ação inibitória sobre as células causadoras de câncer de mama humano. Provavelmente o ácido C15:0 ante-iso foi produzido pelo processo de biohidrogenação ruminal, visto que não foi detectado a presença do mesmo nem na torta de crambe, nem nas dietas experimentais (Tabela 3).

Segundo Dietschy (1998), os ácidos graxos saturados mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) são considerados hipercolesterolêmicos, e o ácido esteárico (C18:0) considerado neutro. No presente estudo, estes ácidos não foram alterados ($P>0,05$) pelos níveis de substituição de farelo de soja pela torta de crambe na ração, apresentando valores médios de 2,57%, 21,14% e 20,22%, respectivamente (Tabela 8). Resultados semelhantes de C16:0 (20,73 a 22,97) e C18:0 (15,47 a 20,66) foram relatados por Arruda et al. 2012 trabalhando com cordeiros santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal kg⁻¹ MS).

Segundo Nicolosi et al. (1998), o ácido palmítico (16:0) corresponde a quase 30% dos ácidos graxos da carne de ruminantes, é responsável por grande parte do efeito da elevação do colesterol plasmático. O valor médio no presente trabalho foi de 21,14%, numericamente menor, o que poderia ser um indicativo de um produto com menor impacto sobre o colesterol plasmático.

O mesmo autor menciona que o ácido palmítico pode atuar como precursor de ácidos graxos saturados de cadeia longa, por meio da inserção consecutiva de dois átomos de carbono, dando origem a outros ácidos graxo saturados, como o esteárico (18:0), araquídico (20:0), e assim sucessivamente. Entretanto, no presente trabalho, o ácido araquídico aumentou à medida que houve aumento da torta de crambe na dieta, apesar de não ter sido detectado nem na dieta nem na torta de crambe (Tabela 3). Provavelmente o aumento se deva a

afirmativa de Nicolosi et al. 1998. Apesar de não ter ocorrido queda significativa ($P > 0,05$) para o ácido palmítico, o mesmo teve um efeito linear ao nível 84% de confiabilidade.

Em relação aos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), verificou-se efeito ($P < 0,05$) linear decrescente (tabela 9) dos níveis de substituição para o C16:1 C9 (ácido palmitoleico) e C18:1 C9 (ácido Oleico). Esse decréscimo tanto para o teor do ácido oleico quanto para o ácido palmitoleico à medida que aumenta a inclusão da torta de crambe pode ser atribuída à menor captura desses ácidos graxos pelo sangue, causada pela menor quantidade na dieta 12% (tabela 3). A baixa concentração de ácido palmitoleico na carne é desejada tendo em conta que este é associado à obesidade abdominal em crianças (OKADA et al., 2005), e assim sendo, o uso da torta de crambe pode contribuir para amenizar esse problema de saúde.

Tabela 9 Composição dos ácidos graxos monoinsaturados do músculo *longissimus dorsi* de cordeiras alimentadas com dietas contendo 0%, 4% , 8% e 12% de inclusão da torta de crambe.

Ácido Graxo	Níveis de inclusão da torta de crambe				P	CV(%)
	0%	4%	8%	12%		
C16:1,C9 (Palmitoleico)	1,91	1,89	1,68	1,52	0,007 ¹	12,78
C18:1,C9(Oleico)	39,23	38,27	34,93	33	0,0003 ²	8,7
C22:1 (Erucico)	0,70	1,10	2,77	3,77	0,0008 ³	67,9

¹ $Y=1,9592-0,0347X$, $R^2=0,96$; ² $Y=39,6380-0,5468X$, $R^2= 0,95$; ³ $Y=0,4562+0,2716X$, $R^2=0,96$

Os ácidos graxos monoinsaturados podem ser adquiridos através da dieta, no entanto, alguns ácidos graxos são dessaturados no organismo, tendo como precursores os ácidos graxos palmítico e esteárico, que produzem, respectivamente, os ácidos graxos palmitoleico (C16:1n-7) e oléico (C18:1n-9),

através da introdução de uma dupla ligação cis entre o carbono 9 e 10 por uma reação oxidativa, catalisada pela acil-COA dessaturase (VISENTAINER et al., 2003). Assim sendo, é possível que o ácido palmitoleico (C16:1 C9) e o oleico (C18:1 C9) tenham sido influenciados (tabela 9) pela quantidade dos seus precursores na dieta, visto que a medida que se aumenta a quantidade de torta de crambe na dieta os ácidos palmítico (C16:0) e esteárico (18:0) diminuem (tabela 3). Como será observado mais adiante, (tabela 12) a redução na atividade da enzima Δ^9 dessaturase 16 também pode ter ocasionado o decréscimo do ácido palmitoleico (C16:1 C9).

Leopoldino (2011), trabalhando com cordeiros Santa Inês, alimentados com gordura protegida e vitamina E, relatou que os ácidos graxos encontrados em maior concentração no músculo *Longissimus dorsi* foram: oleico (C18:1n-9c), com 41,05%; palmítico (C16:0), com 23,20%; esteárico (C18:0) com 16,32%. Comparado aos valores encontrados no presente trabalho (Tabela 9) o ácido oleico apresentou valores inferiores, provavelmente pela ação de biohidrogenação pelo qual os ácidos graxos saturados passam enquanto que no trabalho de Leopoldo 2011 a dieta era composta de gordura protegida.

A concentração do ácido erúico na carne foi influenciada ($P < 0,05$) pelos níveis de inclusão da torta de crambe na dieta de forma linear crescente (Tabela 9). Este foi resultado do perfil de ácidos graxos na torta de crambe, visto que o ácido erúico encontra-se em níveis elevados, e quanto maior foi a inclusão da torta de crambe na dieta, maior foi o teor de ácido erúico na mesma. Contudo, o nível de ácido erúico manteve-se dentro do limite (5%), entre estabelecido pela Council Directive of the European Communities (1976), entre 0,7 e 3,77, não sendo prejudicial à saúde de quem consome o produto.

Entre os ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) foram identificados na carne os ácido γ -linolênico (C18:3 n-6), o qual aumentou ($P < 0,05$) com o acréscimo de crambe na dieta, com teores de 0,03 a 0,08%, e o ácido α -

Linolênico (C18:3 n-3) teve uma tendência de aumentar conforme se substituíu o farelo de soja nas dietas (tabela 10).

Tabela 10 Composição dos ácidos graxos poli-insaturados do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com dietas contendo 0%, 4% , 8% e 12% de inclusão da torta de crambe.

Ácido Graxo	Níveis de inclusão da torta de crambe				P	CV(%)
	0%	4%	8%	12%		
C18:3,n6(γ -Linoênico)	0,04	0,05	0,06	0,08	0,004 ¹	37,82
C18:3,n3 (α -Linoênico)	0,2	0,23	0,26	0,29	0,07	23,59
C18,2,C9,T11 (CLA)	0,48	0,53	0,68	0,74	0,006 ²	23,82

¹ $Y=0,0344+ 0,0037X$, $R^2= 0,91$; ² $Y=0,4605+0,02407X$, $R^2=0,98$,

Segundo Costa (2008), o ácido γ -Linoênico (C18:3,n-6) são precursores do ácido eicosatrienoico e ácido araquidônico (20:4 n-6) e modificam os níveis de eicosanoides enquanto que o o ácido α -Linoênico (C18:3,n3) são precursores dos ácidos Eicosapentaenoico (C20:5n-3) e Docosaexaenoico C22:6n-3), reduzem a síntese de eicosanoides e alteram a fluidez das membranas.

Doreau & Ferlay (1994) verificaram que 85 a 100% dos ácidos C18:3 são biohidrogenados no rúmen e, assim, muito pouco encontra-se disponível para incorporação nos tecidos. Pode ser que o efeito crescente verificado com esses ácidos seja pela capacidade limitada em biohidrogenar devido ao aumento nos teores de extrato etéreo das dietas (tabela 3).

À medida que se incluía a torta de crambe na ração verificou-se um crescimento linear de CLA mostrando que a torta de crambe influenciou ($P \leq 0,05$) o teor deste ácido (tabela 10). Sugere-se que tenha ocorrido uma incompleta biohidrogenação do ácido linoleico (C18:2 cis 9 cis 12) pela microbiota ruminal, originando então o CLA, o qual foi absorvido e depositado no músculo, ou por ação da enzima Δ^9 -dessaturase no tecido adiposo a partir do

C18:1t11 (ácido vacênico) (COLLOMB et al., 2004). Esse resultado é desejável, uma vez que o CLA é um ácido graxo de origem animal com propriedade anticarcinogênica e está relacionado à redução na incidência de doenças cardiovasculares, prevenção e tratamento de tumores (TAPIERO et al., 2002). Segundo Enser et al. (1999), é possível o aumento de CLA na carne em consequência do aumento de ácidos graxos n-3 na dieta de ruminantes.

Comparando a quantidade de CLA deste trabalho ao quantificado por LEOPOLDINO (2011) 0,40% verifica-se que este é maior, e provavelmente a diferença nestes resultados seja pelo fato de se ter usado gordura protegida onde a maioria dos ácidos graxos poli-insaturados passa ileso no rúmen e, por conseguinte, absorção pelos tecidos.

Para avaliar o valor nutricional três fatores são considerados importantes: conteúdo total de gordura e as relações AGPI/AGS e a relação $\omega 6 / \omega 3$ (MARQUES et al., 2007). Essas relações auxiliam na determinação dos fatores de riscos dos alimentos.

De acordo com a análise de regressão, a composição de ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), razão AGI/AGS, AGMI/AGS, $\omega 3$ e $\omega 6 / \omega 3$ não sofreram influência ($P > 0,05$) das dietas (tabela 11).

Tabela 11 Valores médios dos somatórios e relações dos ácidos graxos saturados (AGS), insaturados (AGI), monoinsaturados (AGMI), poli-insaturados (AGPI), $\omega 6$ e $\omega 3$ do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com dietas contendo 0%, 4%, 8% e 12% de inclusão da torta de crambe.

Ácido Graxo	Níveis de inclusão da torta de crambe				P	CV(%)
	0%	4%	8%	12%		
□ Saturados	47,87	47,71	46,75	48,50	0,74	6,63
□ Insaturados	52,00	52,3	53,37	51,7	0,72	5,85
□ monoinsaturados	51,46	51,41	51,32	49,70	0,59	65,87
□ poli-insaturados	2,23	2,39	3,14	2,86	0,01 ¹	20,69
□ AGI/□ AGS	1,1	1,09	1,16	1,069	0,66	12,62
□ AGPI/□ AGS	0,05	0,05	0,07	0,06	0,04 ²	26,28
□ AGMI/□ AGS	1,09	1,08	1,11	1,03	0,66	12,75
□ AGPI/□ AGMI	0,04	0,05	0,06	0,06	0,01 ⁴	22,18
$\omega 6$	0,05	0,06	0,07	0,09	0,01 ⁵	31,83
$\omega 3$	0,19	0,24	0,26	0,29	0,02	23,59
□ $\omega 3,6$	0,24	0,3	0,33	0,38	0,04 ⁶	27,67
□ $\omega 6/ \square \omega 3$	0,23	0,3	0,29	0,33	0,26	32,35

¹ $Y=2,2534+0,0672X$, $R^2=0,67$; ² $Y=0,0479+0,0014X$, $R^2=0,55$; ³ $Y=0,0437+0,0014X$, $R^2=0,77$; ⁴ $Y=0,0492+0,0034X$, $R^2=0,92$; ⁵ $Y=0,2476+0,012X$, $R^2=0,99$,

A proporção de AGPI na fração lipídica do músculo *longissimus dorsi* apresentou um aumento linear ($P<0,05$) à medida que se foi incluindo a torta de crambe na dieta (Tabela 11). Esse aumento possivelmente tenha sido devido à reduzida capacidade das bactérias ruminais em biohidrogenar os ácidos graxos da dieta tendo em conta que também foi acompanhado pelo aumento na ingestão EE, observado por Silva 2013 (Tabela 5).

Neste experimento, embora tenha se verificado um aumento linear crescente ($P<0,05$), a razão AGPI/AGS encontrada (0,04 a 0,07) foi inferior à

recomendada para uma dieta saudável, que deve ser superior a 0,4 (WOOD et al., 2003) (tabela 11). Contudo, em ruminantes a proporção de AGPI/AGS é menor devido à biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados da dieta pelos micro-organismos do rúmen (BANSKALIEVA et al., 2000). Estes resultados também estão coerentes aos observados, pois quando se analisou os somatórios dos ácidos graxos poli-insaturados, foi observado o efeito da inclusão da torta de crambe em aumentar os teores desses ácidos o que conseqüentemente fez com que aumentasse as relações AGPI/AGS e AGPI/AGMI.

Observou-se um crescimento linear ($P < 0,05$) de $\omega 6$ e subsequente aumento ($P < 0,05$) do $\omega 3,6$ (Tabela 11). Segundo Santos et al. (2013), o efeito do aumento da ingestão de $\omega 6$ poderia elevar a geração de mediadores inflamatórios implicados com diversos processos patológicos, incluindo aterosclerose e seus fatores de risco tradicionais, como hipertensão arterial, diabetes e obesidade, embora ainda seja assunto de muita controvérsia. O consumo equilibrado de ácidos graxos da família $\omega 6$ e $\omega 3$ é importante para a prevenção do desenvolvimento de doenças cardiovasculares, de diabetes, artrites e de desequilíbrio do estado imunitário (COSTA, 2008).

A razão $\omega 6 / \omega 3$ não foi influenciada ($P > 0,05$) pelas dietas experimentais e apresentou valores entre 0,23 a 0,33. Este resultado é desejável, pois valores inferiores a 4,0 sugerem quantidades desejáveis à dieta para a prevenção de riscos cardiovasculares (DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY, 1994).

Os índices de atividade das enzimas dessaturases (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), A estimativa da atividade da enzima Δ^9 dessaturase 16 sofreu um decréscimo linear ($P < 0,05$) a medida que foi se incluindo a torta de crambe nas dietas (Tabela 12).

Este resultado é coerente ao observado, pois quando se analisou os teores ácido palmitoleico (C16:1 C9) (Tabela 9), foi observado o efeito da torta de crambe em reduzir os teores desse ácido. Sendo assim, pode ser que a menor atividade da enzima Δ^9 dessaturase 16 tenha ocasionado a redução nos teores do ácido palmitoleico na fração lipídica do músculo *longissimus dorsi*.

Tabela 12 Valores médios das atividades das enzimas Δ^9 dessaturase 16, Δ^9 dessaturase 18, Elongase e Índice de aterogenicidade (IA) da fração lipídica do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com dietas contendo 0%, 4%, 8% e 12%) de inclusão da torta de crambe.

Ácido Graxo	Níveis de inclusão da torta de crambe				P	CV(%)
	0%	4%	8%	12%		
Δ^9 dessaturase 16	1,99	1,98	1,77	1,6	0,007 ¹	12,75
Δ^9 dessaturase 18	20,54	21,21	20,46	22,68	0,32	12,76
Elongase	70,88	71,55	70,8	71,52	0,81	3,13
IA	0,64	0,62	0,59	0,57	0,08	9,28

¹ $Y=2,0480-0,0357X$, $R^2=0,96$

Os valores encontrados para o IA variaram de 0,57 a 0,64 (tabela 12). Este índice não foi alterado pelas substituição da torta de crambe, embora tenha apresentando uma pequena tendência em ser reduzido ($P=0,08$) à medida que se incluía a torta de crambe. Provavelmente a inclusão de níveis maiores de torta de crambe (acima de 12 %) possa proporcionar a redução de um fator que relaciona os ácidos pró e antiaterogênicos. Apesar dos resultados obtidos indicarem essa possibilidade, não deve se esquecer de levar em conta o nível máximo do ácido erucico para a alimentação humana que segundo o estabelecido por COUNCIL DIRECTIVE OF EUROPEAN COMMUNITIES, (1976) é de 5%. O IA indica o potencial de estímulo a agregação plaquetária, indicando que quanto menor o valor de IA, maior a quantidade de ácidos graxos anti-aterogênicos presentes nas

gorduras e, com efeito, maior o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronárias (ARRUDA 2010).

O valor encontrado para o IA é desejado, pois mostra que esses animais apresentaram maior proporção de ácidos graxos antiaterogênicos, mostrando que a carne apresenta menor risco de provocar doenças coronárias. Valores semelhantes para o IA (0,59 a 0,71%) foram encontrados por Leopoldino, (2011). O aumento dos ácidos graxos poli-insaturados verificado pode ter condicionado a este resultado, visto que no trabalho de LEOPOLDINO (2011) este índice sofreu uma redução acompanhado de diminuição dos ácidos graxos poli-insaturados quando se incluiu a gordura protegida na dieta.

CONCLUSÃO

O uso da torta de crambe até 12% na dieta reduz o teor de extrato etéreo da carne e melhora os teores de ácidos graxos poli-insaturados e do ácido linoleico conjugado. Concomitante, não altera o índice de aterogenicidade, indicando que a fração lipídica do músculo *longissimus dorsi* desses animais pode contribuir com menor risco à saúde.

REFERÊNCIA

ABDALLA, A. L. et al., Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, viçosa, MG, v37, p.260-268, 2008, Suplemento.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, Resolução ANP nº7, de 21 de fevereiro de 2013, Brasília, 2013, Disponível em: [http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2013/fevereiro/ranp%207%20%2013.xml?fn=document-frame,htm\\$=templates\\$3,0](http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2013/fevereiro/ranp%207%20%2013.xml?fn=document-frame,htm$=templates$3,0), Acesso em: 12 mar, 2013.

ALVI, A. S. The influence of sex status on meat quality characteristic in sheep. **Fleischwirtschaft, Frankfurt**, v, 60, n , 11, p, 2037-2042, 1980.

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat, Chicago: American Meat Science Association (1995).

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. Official methods of analytical of the association of analytical chemist, 15th ed, Washington, 1990,1422p.

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

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

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

BRÁS, P., **Caracterização nutricional de co-produtos da extração de óleo em grãos vegetais em dietas de ovinos**. 2011. 91p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 2011.

CIRIA, J.; ASENJO, B., Factores a considerar en el presacrificio y postsacrificio, In: CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C, **Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne em rumiantes**. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2000, p,19-45.

CHRISTIE, W. W. **A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesteryl ester** J, Lipid Res, v.23: 1072-1075, 1982 Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/47701339/Christie-1982-metodologia-transmetilacao>
Acesso em: 15 de Outubro de 2012

COLLOMB, M.; SCHMIDA, A.; SIEBER, R.; WECHSLER, D.; RYHANNEN, E. L. Conjugated linoleic acids in milk fat: Variation and physiological effects, **International Dairy Journal**, v. 16, p.1347–1361, 2006.

Council Directive of the European Communities (1976). **Relating to the fixing of the maximum level of erucic acid in oils and fats intended as such for human consumption and in foodstuffs containing added oils or fats**. Official Journal L. 202, 28/07/1976: 0035–0037.

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

COSTA, R. G. et al. Carne caprina e ovina: composição lipídica e características sensoriais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. V.9, n.3, p.497-506, 2008.

DIETSCHY, J. M. Dietary fatty acids and the regulation of plasma low density lipoprotein cholesterol, **Journal Nutrition**, v.128, p.444-448, 1998.

DOREAU, M.; FERLAY, A. Digestion and utilization fatty acids by ruminant. **Animal feed science Technology**. v.45, p.379-396, 1994.

ECONOMIA TERRA: Setor projeta 2,5kg como consumo médio ideal de ovinos. Disponível em http://economia.terra.com.br/operacoes-cambiais/operacoes-empresariais/pais-setor-projeta_25kg-como-consumo-medio-ideal-de_ovinos.bb5e0add1253f310VgnVCM4000009bcceb0aRCRD.html>
Acesso 20 de Julho 2013.

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

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

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**, v.40, n.8, p.1822-1829, 2011.

FIEVEZ, V. et al. Milk odd- and branched-chain fatty acids as biomarkers of rumen function—An update, **Animal Feed Science and Technology**, v.172 p. 51–65, 2012.

FUNDAÇÃO DO MATO GROSSO DO SUL. Culturas para biodiesel, crambe, Maracajú, 2007. Disponível em <http://www.fundacaoms.com.br> ,Acesso em:20 de Julho 2012.

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

GOMIDE, L.A. de M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. Ciência e qualidade da carne: fundamentos. Viçosa, MG: **Ed, UFV**, 2013 p. 24.

GULARTE, M. A et al., Idade e sexo na maciez da carne de ovinos da raça corriedale. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v.30, n.30, p.485-488, maio/jun, 2000.

GRUNDY, S. M.; DENKE, M. A.; Dietary influences on serum lipids and lipoprotein: review. **The Journal of Lipid Research**, v.31, p. 1149-1172, 1990.

HARA, A.; RADIN, N. S. Lipid Extraction of Tissues with a Low-Toxicity Solvent. **Analytical Biochemistry**, 90, p.420-426, 1978.

HEDRICK, H. B. et al. **Principles of meat science**. 3.ed. San Francisco: Kendall/Hunt Publishing Company, p.123-132, 1994.

- JENKINS, T. C. et al. Board-Invited review: recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **Journal of animal science**, Champaign, V.86, p.397-412, 2007.
- KLOSS, P. et al., Efficacy of feeding glucosinolate extracted Crambe meal to broiler chicks. **British Poultry Science**, v.73, p.1542-1541, 1994.
- KRAMER, J. K. G. et al. Growth rate, lipid composition, metabolism and myocardial lesions of rats fed rapeseed oils (Brassica campestris var, Arlo, Echo and Spam, and B napus var, Oro). **The Journal of Nutrition**, 1973.
- KEPLER, C. R. et al., Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 241, n.6, p.1350-1354, Mar, 1966.
- LAWRIE, R. A. *Ciência da carne*, 6.ed, Porto Alegre: Artmed, 2005, 384p.
- LEOPOLDINO, J. I. **Perfil de ácidos graxos na carne de cordeiros Santa Inês alimentados com gordura protegida e vitamina E**. 2011, 153p, Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade federal de Lavras, 2011.
- LOCK, A. L.; BAUMAN, D. E. Modifying milk fat composition of dairy cows to enhance fatty acids beneficial to human health, *Lipids*. V.39, p.1197-1206, 2004.
- MADRUGA, M. S. et al. Efeito de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.37, n.8, p.1496-1502, 2008.
- MADRUGA, M. S. *Processamento e Características Físicas e Organolépticas das Carnes Caprina e Ovina* In: IV SEMANA DA CAPRINOCULTURA E OVINOCULTURA BRASILEIRAS Embrapa Caprinos - Sobral, 20 a 24 de Setembro, 2004.
- MADRUGA, M. S. et al. Qualidade da Carne de Cordeiros Santa Inês Terminados com Diferentes Dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.34, n.1, p.309-315, 2005.
- MADRUGA, M. S. et al. Perfil aromático e qualidade química da carne de caprinos Saanen alimentados com diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.37, n.5, p.936-943, 2008.

MADRUGA, M. S et al. Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros. **Revista Brasileira de ootecnia**, V.35, n.34, p.1838-1844, 2006 (supl.).

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

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, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 17 2003, 94p.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA DO BRASIL. **Boletim Mensal dos Combustíveis Renováveis**, n.52, 2012, Disponível em: <http://www.udop.com.br/download/estatistica/boletim_combustivel_renovavel__mme/2012/boletim_dcr_n052_maior_2012.pdf>, Acesso em: 12 de julho de 2012.

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

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

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6.ed, Washington: National Academy of Sciences, 2007.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne: tecnologia da sua obtenção e transformação**, Goiânia: CEGRAF-UFG / Niterói: EDUFF, v.1, p.586, 1993.

PEREZ, J. R. 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.1, p.11-18, 2002.

PERINI, J.A de L. et al. Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: metabolismo em mamíferos e resposta imune, **Rev. Nutr. Campinas**. V.23 v.6, p.1075-1086, nov./dez., 2010.

PITOL, C.; BROCH, D. L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e produção**; crambe, Maracaju: Fundação MS, 2010, 60p.

PRIOLO, A.; MICOL, D. GABRIEL, J. A. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavor: a review. **Animal Research**, 50 (2001) 185–200, 2001.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**, 5.ed, Viçosa, MG: UFV, 2007, 599p.

RURAL SEMENTES, Crambe – alternativa para produção de óleo, Disponível em: <<http://www.ruralsementes.com.br/produtos/Crambe.pdf>> Acesso em: 9 Setembro, 2012.

SANTOS, V. C. et al. Características de carcaça de cordeiros alimentados com grãos e subprodutos da canola. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v.31, n.4, p.389-395, 2009.

SANTOS, R. D. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia, I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular, **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 2013;100(1Supl,3):1-40.

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

SAÑUDO, C et al. Influence of carcass weight on instrumental and sensory Lamb meat quality in intensive production systems. **Meat Science**. Barking, v.42, n.2, p.195-202, Feb,1996.

SEBRA ESP: Produção de carne ovina pode ser mais rentável que a bovina, Disponível em: <http://www.sebraesp.com.br/index.php/165-produtos-online/administracao/publicacoes/artigos/8030-producao-de-carne-ovina-pode-ser-mais-rentavel-que-bovina>> Acesso em 20 julho, 2013.

SOUZA, A. D. V. et al. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-manso, nabo-forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária**. Brasileira. Vol.44 no,10 Brasília out, 2009.

SILVA, L. F. et al, Crescimento de cordeiros abatidos com diferentes pesos, Osso, músculo e gordura da carcaça e de seus cortes. **Ciência Rural**. V.30, n.4, p.671-675, 2000.

SILVA, R. B. da. **Substituição de farelo de soja por torta de crambe para ovinos em crescimento**, 2013, Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras 2013

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

TAJIMA, K. et al. Diet-dependent shifts in the bacterial population of the rumen revealed with real-time PCR. **Applied. Environmental. Microbiology**, V.67, p.2766–2774, 2001.

TAPIERO, H.; NGUYEN, B.; COUVREUR, P. Polyunsaturated fatty acids (PUFA) and eicosanoids in human health and pathologies. **Biomedicine & Pharmacotherapy**. V.56, n.5, p.215–222, 2002.

TRIPATHI, M. K.; MISHRA, A. S. Glucosinolates in animal nutrition: A review. **Animal Feed Science and Technologic.**, Vol 132; Number 1-2, p.1-27, 2007.

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

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

VERGARA, H.; GALLEGU, L. Effect of type of suckling and length of lactation period on carcass and meat quality in intensive lamb production systems. **Meat science**. Barking, v.53, n.3, p.211-215, Nov 1999.

VERGARA, H.; MOLINA, A.; GALLEGU, L. Influence of sex and slaughter weight on carcass and meat quality in light and medium weight lambs produced in intensive systems, **Meat Science**, Barking, v.53, n.3, p.221-226, June 1999.

VLAEMINCK. B.; DEWHURST, R, J.; DEMEYER, D.; FIEVEZ, V. Odd and branched chain fatty acids to estimate proportions of cellulolytic and amylolytic particle associated bacteria. **Animal Feed Science.**, v.13 (Suppl, 1), p.235–238, 2004.

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

YAMAMOTO, S. M. et al. Inclusão de grãos de girassol na ração de cordeiros sobre as características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne, **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v.34, n.4, p.1925-1934, jul./ago, 2013.

WALLIG, M. A.; BELYEA, R. L.; TUMBLESÓN, M. E.; Effect of pelleting on glucosinolates content of Crambe meal, **Animal Feed Science and Technologic**, 99, 205–214, 2002.

WOOD, J. D.; ENSER, M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. **British Journal of Nutrition**, v. 78, Suppl, 1, 1997.

WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. J.; NUTE, G. R. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.,66, n.1, p.21-32, 2003.

WONGTANGTINTHARN, S.; OKU, H.; IWASAKI, H.; TODA, T. Effect of branched-chain fatty acids on fatty acid biosynthesis of human breast cancer cells. **Journal of Nutrition Science**, Vitaminol, v.50, p.137–143, 2004.

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

ZEOLA, N, M, B, L. et al. Parâmetros qualitativos da carne ovina: um enfoque à maturação e Marinação. **Revista portuguesa de ciências veterinárias**, 102 (563-564) p, 215-224, 2007.