

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

ÓLEO DE PALMISTE NA DIETA DE CORDEIROS EM TERMINAÇÃO

DANIELA PIONORIO VILARONGA CASTRO

**SALVADOR - BAHIA
SETEMBRO – 2020**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA), com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

C35o Castro, Daniela Pionorio Vilaronga.
Óleo de palmiste da dieta de cordeiros em terminação / Daniela Pionorio Vilaronga Castro. Salvador, 2021.
99 f. : il. color.

Orientador: Ronaldo Lopes Oliveira.

Coorientadores: Cláudio Vaz Di Mambro Ribeiro
Jarbas Miguel da Silva Júnior.

Tese (Doutorado - Zootecnia) -- Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2021.

1. Ácido dodecanóico. 2. Carcaça. 3. CLA. 4. Ovinos. 5. Protozoários. I. Oliveira, Ronaldo Lopes. II. Ribeiro, Cláudio Vaz Di Mambro III. Silva Júnior, Jarbas Miguel da. IV. Título.

CDU: 636.3: 637



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ÓLEO DE PALMISTE NA DIETA DE CORDEIROS EM TERMINAÇÃO

DANIELA PIONORIO VILARONGA CASTRO

Zootecnista

Mestre em Ciência Animal

SALVADOR - BAHIA

SETEMBRO - 2020

DANIELA PIONORIO VILARONGA CASTRO

ÓLEO DE PALMISTE NA DIETA DE CORDEIROS EM TERMINAÇÃO

Tese apresentada ao Programa de Doutorado em Zootecnia, da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Cláudio Vaz Di Mambro Ribeiro

Dr. Jarbas Miguel da Silva Júnior

SALVADOR – BAHIA

SETEMBRO – 2020

ÓLEO DE PALMISTE NA DIETA DE CORDEIROS EM TERMINAÇÃO

Daniela Pionório Vilaronga Castro

Tese defendida e aprovada para obtenção do grau de
Doutor em Zootecnia

Salvador, 29 de setembro de 2020

Comissão examinadora:

Dr. Ronaldo Lopes Oliveira
UFBA
Orientador / Presidente

Dr. Américo Fróes Garcez Neto
UFPA

Dra. Soraya Maria Palma Luz Jaeger
UFRB

Dra. Rebeca Dantas Xavier Ribeiro
UFBA

Dr. Edson Américo de Andrade
UFBA

SALVADOR-BA
SETEMBRO - 2020

EPIGRAFE

***Não é dos fortes a vitória,
Nem dos que correm melhor!
Mas dos fiéis e sinceros,
Como nos diz o Senhor!***

***Vencedor
Cantor Cristão***

DEDICATÓRIA

A Deus, Autor e Consumador da nossa Fé

À minha família

Aos amigos

Aos animais

AGRADECIMENTOS

Agradeço, dedico e entrego tudo a Deus. Agradeço a Deus por ter me permitido chegar nesse momento, de concluir mais esta etapa. Agradeço a Deus por cada luta, cada dificuldade, cada momento vivido durante este período em que me dediquei ao desenvolvimento deste projeto, chegando a este resultado hoje. Como dito na Bíblia, “Todas as Coisas Cooperam para o Bem dos que Amam a Deus”, e sei que tudo cooperou para meu amadurecimento pessoal e profissional. Cada luta, cada dificuldade, cada momento me trouxe um aprendizado que levarei para sempre. Te agradeço Deus.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, pela oportunidade concedida e à Fundação de Amparo à pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB, pela concessão da bolsa.

Agradeço ao professor Ronaldo Lopes Oliveira por sua incrível orientação. Nossas conversas, mesmo que em algumas situações curtas, foram muito importantes, pois geraram momentos de aprendizado e reflexão, trazendo amadurecimento. Agradeço por acreditar em mim, que eu conseguiria. Muito obrigada, professor!

Agradeço aos professores que passaram pela minha vida, em especial Karla Gadelha, professora de Biologia do ensino médio que enxergou meu potencial e gosto pela ciência. Agradeço aos professores do programa de Pós-Graduação pelos ensinamentos que muitas vezes extrapolaram o conhecimento técnico e alcançaram a vida. Em especial aos professores Claudio Vaz Di Mambro Ribeiro e Thadeu Mariniello Silva, pela paciência, questionamentos, discussões e ensinamentos; levarei para minha vida cada momento. Muito obrigada!

Agradeço à minha família. Aos meus avós que já estão com o Pai (Manoel Ramos Pereira e Durvalina Pionorio Pereira – In Memoriam) e aos que ainda posso sentir o afago caloroso (Maurício Vilaronga e Gidel Miranda Vilaronga) que sei, sentem orgulho de mim. Não tenho palavras para expressar aqui o tamanho da gratidão que sinto. Obrigada mainha (Ilza Pionorio Pereira Vilaronga) por não deixar eu desistir no primeiro dia de aula na universidade devido às limitações financeiras. Você é uma guerreira que me ensinou a lutar sempre e nunca desistir no meio do caminho. Obrigada por todo sacrifício (e eu sei de cada um deles) por mim. Obrigada por ser ‘mãe-avó’ do meu pequeno quando iniciei minha jornada no Doutorado. Palavras não

cabem aqui. Obrigada paiho (Sirênio Neviton Vilaronga) por cada dia que levantava de madrugada para me levar na universidade. Obrigada por cada sacrifício (também sei de cada um deles), por cuidar de mim, por acreditar em mim. Obrigada pelo cuidado que teve e tem até hoje com o meu filho, quando precisei me distanciar dele para o Doutorado. Não tenho como expressar minha gratidão. Te amo. Agradeço aos meus irmãos (Herberth Pionorio e Clésio Pionorio) por acreditar, apoiar, e até mesmo quando duvidaram. Amo vocês!

Ao meu esposo, Robson Castro Barbosa de Souza. Sabia que me amava, mas hoje vejo a dimensão desse amor. Todo sacrifício. Todas as vezes que você me deixava na rodoviária eram dolorosos. Você esteve e está a todo momento comigo, cuidou do nosso pequeno quando estive ausente, não recuou, sonhou comigo e muitas vezes, quando eu não tinha mais forças, sonhou por mim, não me deixou fraquejar nem desistir. Essa conquista é nossa. Obrigada por lutar comigo em todo momento. Começamos isso juntos e terminamos juntos. Te amo e não tenho como expressar o tamanho do amor que sinto por você e gratidão. Não há palavras.

Ao meu filho, Guilherme Pionorio Vilaronga Castro de Souza. Como agradecer? Tão inocente e sem entender nada, passou por todo esse processo. Filho, tive que me ausentar, mas tenho certeza que o seu crescimento trará o entendimento deste sacrifício. Como foi difícil ficar longe, mas conseguimos meu amor! A distância quase me matou, mas conseguimos. Você é o meu equilíbrio, lutei e lutarei sempre por você! Te amo, meu príncipe!

Aos amigos que conquistei nessa jornada. Deus me presenteou com vocês: Jocasta Galvão, Camila Oliveira, Jusaline Fernandes, Mateus Neto, Renata Froés, Fernanda's (Maria e Gazar). O que seria de mim sem vocês! Obrigada pelos momentos compartilhados, por aliviar a carga, por todo apoio e carinho. Vocês moram no meu coração!

A cada funcionário, estudante de graduação, de pós-graduação, pos-doc's... cada um de vocês tem uma contribuição importante para que esse momento pudesse chegar. A todos que, mesmo não sendo citados aqui, sabem da minha eterna gratidão por cada ajuda, cada saco de concentrado pesado, cada comportamento ingestivo, cada dado anotado... eu agradeço.

Poderia passar o resto da minha vida agradecendo e ainda assim, não seria suficiente.

Obrigada!

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

DANIELA PIONORIO VILARONGA CASTRO – filha de Sirênio Neviton Vilaronga e Ilza Pionorio Pereira Vilaronga, nasceu em 08 de novembro de 1985, na cidade de Juazeiro, estado da Bahia. Concluiu o ensino médio no Colégio Modelo Luiz Eduardo Magalhães, na cidade de Juazeiro, no ano de 2003. Iniciou o Curso de Zootecnia na Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF no ano de 2006, com conclusão em agosto de 2010.

Na mesma Instituição, em fevereiro de 2011, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, onde obteve o título de Mestre em Ciência Animal sob a Orientação da Professora Doutora Sandra Mari Yamamoto, com defesa de dissertação intitulada “Níveis de salinidade da água nas características de carcaça e qualidade da carne ovina” em fevereiro de 2013.

No período de 2013 a 2015 atuou como consultora técnica em indústria de fabricação de ingrediente para alimentação animal, trabalhando junto a produtores, no fornecimento de informações nutricionais acerca do produto e balanceamento de dietas, entre outras funções, visando o esclarecimento junto ao produtor da importância do fornecimento de alimentação balanceada para promoção de melhorias na produtividade do rebanho. Em junho de 2016, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela Universidade Federal da Bahia, sob a orientação do Professor Doutor Ronaldo Lopes Oliveira, defendendo a tese intitulada “óleo de palmiste na dieta de cordeiros em terminação” em 29 de setembro de 2020.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I. O uso do óleo de palmiste na dieta melhora a conversão alimentar de cordeiros em terminação

Figura 1. Efeito do tempo de alimentação sobre o pH do líquido ruminal de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de óleo de palmiste..... 51

Figura 2. Efeito dos níveis de óleo de palmiste sobre o nitrogênio retido por cordeiros..... 53

Capítulo II. O uso do óleo de palmiste como fonte energética na dieta mantém as características de carcaça, qualidade da carne e perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros em terminação

Figura 1. Efeito dos níveis de óleo de palmiste sobre o rendimento comercial da carcaça (RCC) de cordeiros..... 83

Figura 2. Efeito dos níveis de óleo de palmiste sobre a concentração total de ácido linoleico conjugado (Σ CLA) do lombo de cordeiros..... 85

Figura 3. Efeito dos níveis de óleo de palmiste sobre a concentração total de ácido linolênico (C18:3n-3) do lombo de cordeiros..... 85

LISTA DE TABELAS

Capítulo I. O uso do óleo de palmiste na dieta melhora a conversão alimentar de cordeiros em terminação

Tabela 1. Composição (g/100g) do óleo de palmiste em ácidos graxo.....	38
Tabela 2. Ingredientes, composição bromatológica e perfil de ácidos graxos das dietas experimentais.....	39
Tabela 3. Consumo de nutrientes, em g.dia-1, e em relação aos pesos corporal e metabólico de cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste	49
Tabela 4. Nutrientes efetivamente consumidos (%) por cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste.....	50
Tabela 5. Desempenho produtivo de cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste.....	51
Tabela 6. Parâmetros de fermentação ruminal e coeficiente de digestibilidade dos nutrientes (%) em cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste.....	52
Tabela 7. Balanço de nitrogênio de cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste.....	54
Tabela 8. Concentrações séricas de metabólitos sanguíneos e enzimas plasmáticas de cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste.....	55
Tabela 9. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste.....	56

Capítulo II. O uso do óleo de palmiste como fonte energética na dieta mantém as características de carcaça, qualidade da carne e perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros em terminação

Tabela 1. Composição (g/100g) do óleo de palmiste em ácidos graxos.....	74
Tabela 2. Ingredientes, composição bromatológica e perfil de ácidos graxos das dietas experimentais.....	75
Tabela 3. Características de carcaça, peso e rendimento dos cortes comerciais da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste.....	82
Tabela 4. Características qualitativas do lombo de cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste.....	84
Tabela 5. Perfil de ácidos graxos do lombo de cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste.....	86

Tabela 6. Avaliação sensorial do lombo de cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste.....	87
---	----

SUMÁRIO

Óleo de palmiste na dieta de cordeiros em terminação	Página
Introdução Geral.....	15
Revisão de literatura Geral.....	17
Referências Bibliográficas.....	25
Considerações Finais e Implicações.....	100

Artigo 01

O uso do óleo de palmiste na dieta melhora a conversão alimentar de cordeiros em terminação

Resumo.....	34
Abstract.....	35
Introdução.....	36
Material e Métodos.....	37
Resultados.....	48
Discussão.....	57
Conclusão.....	63
Referências Bibliográficas.....	64

Artigo 02

O uso do óleo de palmiste como fonte energética na dieta mantém as características de carcaça, qualidade da carne e perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros em terminação

Resumo.....	70
Abstract.....	71
Introdução.....	72
Material e Métodos.....	73
Resultados.....	81
Discussão.....	88
Conclusão.....	94
Referências Bibliográficas.....	95

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui rebanho ovino superior a 13 milhões de cabeças, onde o Nordeste é responsável por aproximadamente 66% da produção nacional, com a Bahia representando 21% do rebanho brasileiro (IBGE, 2019). Apesar de seu potencial de crescimento, o efetivo de ovinos sofreu pouca alteração nos últimos anos, com taxa de crescimento anual de 1,8%, entre os anos de 2008 e 2018 (HOLANDA FILHO et al., 2019) devido principalmente, a diversos fatores que afetam a estruturação da ovinocultura no Brasil, dentre eles, ambientais (HERMUCHE et al., 2013; LEITE et al., 2017) que podem afetar negativamente a produção (SEJIAN et al., 2017), além dos relacionados à diferença entre os sistemas de produção (ESTURRARI, 2017) e custos de produção (RANIERI; STIVARI; GAMEIRO, 2015; COSTA et al., 2019).

Uma vez que o mercado consumidor se encontra cada vez mais exigente em relação aos alimentos considerados saudáveis, é de fundamental importância buscar estratégias que visem a melhoria da qualidade dos produtos de origem animal, sobretudo a carne, através do aumento na quantidade de compostos funcionais.

Os compostos funcionais podem ser definidos como alimentos que possuem alguma substância biologicamente ativa que promove redução no risco da ocorrência de doenças, com manutenção da saúde, por seus efeitos sobre a ativação de processos metabólicos e fisiológicos (ANJO, 2004).

Dentre tais compostos funcionais, destacam-se o CLA (do inglês Conjugated Linolenic Acid, que significa ácido linoléico conjugado), e os ácidos poliinsaturados dos grupos ômega 3 e 6, aos quais são atribuídos diversos benefícios à saúde humana, como efeito anticarcinogênico e redução no risco de doenças cardiovasculares (MOURÃO et al., 2005; GIVENS et al., 2006).

Diversas pesquisas têm sido direcionadas como estratégia para promover o aumento de compostos funcionais na carne de animais ruminantes, algumas destas relacionadas com a adição de fontes lipídicas na dieta dos animais (BOLES et al., 2005; JERÓNIMO et al., 2010; SILVA et al., 2011).

Além de utilizados com a finalidade de promover alterações nas características da carne de ruminantes, lipídeos podem também promover redução das perdas de energia na forma de metano (CH₄), devido seus efeitos sobre o ambiente ruminal, com

redução de microrganismos associados a tais perdas, como protozoários e bactérias metanogênicas (BEAUCHEMIN; MCGINN; PETIT, 2007; NGUYEN; HEGARTY, 2016). A presença de protozoários no rúmen pode afetar a digestibilidade dos nutrientes pelo fato destes realizarem predação de bactérias. Assim, a utilização de métodos de controle da população protozoária no rúmen, parece ser interessante do ponto de vista nutricional.

Dentre as diversas fontes de lipídeos, tem-se o óleo de palmiste, produto da extração da amêndoa do dendezeiro (DORS, 2011), sendo este rico em ácidos graxos de cadeia média, principalmente ácido láurico e mirístico (CAMPESTRE, 2021).

Os ácidos graxos de cadeia média têm sido utilizados como modificadores da população de protozoários no rúmen (MATSUMOTO et al., 1991; AJISAKA et al., 2002), dentre estes, o ácido láurico (C12:0). Este tem mostrado possuir um forte efeito na defaunação ruminal (NEWBOLD & CHAMBERLAIN, 1988) em comparação com outros ácidos graxos (DOHME et al., 2000).

Este ácido graxo apresenta efeitos antiprotozoários potentes (NEWBOLD & CHAMBERLAIN, 1988; MATSUMOTO et al., 1991; HRISTOV et al., 2004), podendo ser utilizado rotineiramente na alimentação animal, apresentando potencial para substituir produtos químicos antiprotozoários perigosos (FACIOLA et al., 2013) por seus efeitos tóxicos, quando administrados em doses elevadas (GUEDES et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2019) como sulfato de cobre (JOUANY; DEMEYER; GRAIN, 1988), e monensina sódica (GYULAI; BARAN, 1988), com efeito sobre o aproveitamento dos alimentos (HRISTOV et al., 2004).

Por sua composição rica em ácidos graxos, sobretudo os de cadeia média (CAMPESTRE, 2021), o óleo de palmiste pode ser utilizado na alimentação animal como fonte energética (AGUNBIADE; WISEMAN; COLE, 1999). Visto a alta concentração de ácido láurico em sua composição, pode ser estrategicamente utilizado como modulador da fermentação ruminal, com efeitos também sobre parâmetros de produção animal (GIRÓN; RESTREPO; FORNAGUERA, 2016).

A literatura apresenta resultados com relação à presença do ácido láurico na dieta de ruminantes, observando efeitos sobre o consumo de alimentos (FACIOLA & BRODERICK, 2013; HRISTOV et al., 2011), produção de leite (HRISTOV et al., 2009; HRISTOV, et al., 2011) e desempenho produtivo (FREITAS et al., 2017; BHATT et al., 2011), contudo, poucos avaliam o efeito do fornecimento do óleo de palmiste como fonte de ácido láurico na alimentação de ruminantes (DOHME et al., 2000; YABUUCHI

et al., 2006; GIRÓN; RESTREPO; FORNAGUERA, 2016) havendo a necessidade de mais estudos para confirmar os reais efeitos do fornecimento desta fonte de ácido graxo sobre a alimentação de ruminantes, sobretudo ovinos.

REVISÃO DE LITERATURA GERAL

Ao longo da evolução, os animais ruminantes desenvolveram a capacidade de digerir alimentos altamente fibrosos, devido a alterações morfológicas importantes como a presença de estômago dividido em cavidades que permitem a fermentação de tais alimentos e liberação de componentes nutritivos para seu próprio uso (HOFMANN, 1989). Contudo, tal habilidade digestiva somente é possível pela presença de microrganismos como bactérias, protozoários e fungos que obtêm energia do hospedeiro para realização do processo de fermentação dos alimentos com liberação de produtos finais utilizados pelo hospedeiro (CASTILLO-GONZÁLEZ et al., 2014).

Conforme destacado por Russell & Hespell (1981) e Oeztuerk et al. (2005), existe no ruminante um ecossistema microbiano que consiste de uma diversidade de microrganismos vivendo em simbiose com o animal hospedeiro dentro do rúmen que se configura como um ambiente estritamente anaeróbico. Sendo este um sítio ideal de fermentação, com características que proporcionam ambiente ótimo para o desenvolvimento destes microrganismos que atuam sobre o alimento ingerido, liberando ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (KRAUSE et al., 2003) e células microbianas que são utilizadas pelo animal como fonte de proteína, sendo este o processo de fermentação do alimento.

O processo fermentativo ruminal depende da existência de condições favoráveis para o desenvolvimento microbiano. Fatores como temperatura ruminal, pH, tamponamento salivar, pressão osmótica e potencial redox são essenciais para que o crescimento e atividade microbiana ocorram adequadamente no ambiente ruminal (CASTILLO-GONZÁLEZ et al., 2014), além do fluxo constante de alimentos para seu interior (CHOUDHURY et al., 2015).

Dentre tais características, o pH do fluido ruminal exerce forte influência sobre a fermentação, sendo muito mais que uma medida físico-química de relevância para a fermentação, dependente de fatores como tamponamento salivar, quantidade de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e outros ácidos produzidos e capacidade de remoção destes do ambiente ruminal (ASCHEBACH et al., 2011), além da estratégia alimentar com relação a composição da dieta (BANNINK et al., 2008) em seu teor de carboidratos solúveis e amido, já que estes são mais efetivos em promover a redução do pH ruminal, sendo utilizado como parâmetro para diagnosticar a ocorrência de distúrbios metabólicos ocorrentes no rúmen (ASCHEBACH et al., 2011).

A dieta exerce grande influência sobre o metabolismo microbiano, pelo seu efeito sobre o pH, podendo causar modificações no padrão de fermentação ruminal. Allen (1997) destacou que a diminuição no conteúdo de fibra da dieta leva a uma redução mais acentuada do pH ruminal, o que pode ocasionar diminuição no consumo de matéria seca, digestibilidade da fibra e eficiência microbiana, com aumento nos custos com alimentação devido ao efeito deste componente sobre a estimulação ruminal e conseqüentemente sobre a ação da microbiota.

A ação dos microrganismos ruminais sobre o alimento ingerido libera AGCC, que contém de um a sete átomos de carbono, sendo estes os ácidos fórmico, acético, propiônico, butírico, isobutírico, valérico, isovalérico, 2-metilbutírico, hexanóico e heptanóico. Dentre estes, verifica-se maior representatividade para os ácidos acético, propiônico e butírico, produzindo também metano, dióxido de carbono, lactato e álcool, com relação molar dos principais AGCC variando de 75:15:10 a 40:40:20 para o acetato, propionato e butirato, respectivamente, de acordo com a dieta consumida, onde dietas com maior proporção de amido em sua composição favorecem a produção de propionato (BERGMAN, 1990) pelo seu efeito sobre o pH ruminal.

Uma vez que a dieta exerce grande efeito sobre o padrão de fermentação ruminal, diversas pesquisas têm sido direcionadas com o objetivo de promover modificações neste processo, visto que este não é totalmente eficiente devido às perdas energéticas na forma de metano (CASTILLO-GONZÁLEZ et al., 2014). Tal modificação visa aumentar o aproveitamento do alimento, fazendo o uso de substâncias que atuam de forma seletiva sobre os microrganismos ruminais, eliminando certos grupos que diminuem o fluxo de nutrientes, sobretudo proteína (FORSEBERG et al., 1984) para o animal ou promovem perda energética na forma de

gases como o metano (KRUMHOLZ; FORSBERG; VEIRA, 1983; HEGARTY, 1999), como é o caso dos protozoários e bactérias metanogênicas a eles associadas.

Estratégias como relação volumoso:concentrado, ou a utilização de substâncias como extratos de plantas (MCALLISTER & NEWBOLD, 2008), além do uso de antibióticos como os ionóforos (RUSSELL & STROBEL, 1989) ou nutrientes como lipídeos (JENKINS, 1993) tem sido utilizadas em pesquisas visando a modulação da fermentação ruminal. Destes, os ácidos graxos merecem considerável atenção devido seu efeito sobre a fermentação ruminal, sobretudo ácidos graxos poliinsaturados (CHALUPA et al., 1986).

Os ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) atuam de forma a selecionar microrganismos por seu efeito sobre a estabilidade da membrana destes. Keweloh & Heipieper (1996) evidenciaram que o efeito tóxico dos AGPI tem relação com a alteração na conformação da molécula de ácido graxo com a presença de dupla ligação na cadeia, o que altera a estrutura da bicamada lipídica do microrganismo quando estes ácidos graxos são adsorvidos à membrana, afetando, desta forma, a sua estabilidade.

Shang et al. (2019) verificaram modificação no padrão de fermentação ruminal quando avaliaram os efeitos do óleo de soja, fonte de ácido graxo insaturado na dieta de vacas em lactação, com redução na concentração de acetato e aumento na concentração molar de propionato devido à redução na população de microrganismos como certos grupos de bactérias, fungos e protozoários, sendo este efeito relacionado com a toxicidade dos ácidos graxos poli-insaturados (MAIA et al., 2007).

Como forma de diminuir os efeitos tóxicos dos ácidos graxos insaturados, certos grupos de microrganismos ruminais alteram a estrutura destes pela conversão em ácidos graxos saturados, sendo o único processo biológico prevalente no ecossistema ruminal (LI; WANG; BU, 2012), gerando, assim, uma diferença entre o perfil de ácidos graxos da dieta ingerida e da digesta que deixa o rúmen, conforme destacaram Jenkins et al. (2007), sendo este processo denominado de biohidrogenação.

O processo de biohidrogenação ruminal ocorre inicialmente com a ação de lipases microbianas que hidrolisam os lipídeos presentes na dieta, geralmente nas formas de triglicerídeos, galactosilgliceróis e fosfolipídeos contendo os ácidos linoleico e linolênico (KENNELLY, 1996). A posterior redução das insaturações presentes nos ácidos graxos insaturados forma o ácido esteárico (C18:0) como produto final do

processo, produzindo também intermediários trienóico (C18:3^{c-9t-11c-15}), dienóico (ácido linoleico conjugado – CLA, C18:2^{c9t11} e outros isômeros) e monoenóico, como o ácido vacênico (C18:1^{t11}) (LEE & JENKINS, 2011), sendo o ácido vacênico precursor para a síntese de CLA no tecido.

Dos ácidos graxos produzidos pela biohidrogenação, os intermediários deste processo têm apresentado efeitos benéficos à saúde humana, sobretudo os CLA. Este pode ser formado através do processo de biohidrogenação incompleta no rúmen ou sintetizado nos tecidos, tendo o ácido vacênico como precursor, com atividade da enzima Δ^9 desaturase (BENJAMIN et al., 2015).

Benjamin et al. (2015), em estudo sobre os efeitos dos CLA sobre a saúde relataram efeitos benéficos sobre a composição corporal, com evidências de relação inversa destes ácidos graxos sobre a obesidade, redução na deposição de gordura corporal, além do seu efeito anti-aterogênico, anticarcinogênico, anti-inflamatório, com diminuição no risco de desenvolvimento de diabetes, além de sua atividade imunomodulatória e melhoria do perfil lipídico do sangue.

Diante disto, pesquisas são conduzidas visando alterar o processo de biohidrogenação ruminal, evitando que este processo seja finalizado com a produção de ácido esteárico, aumentando, assim, o fluxo de intermediários disponíveis para a absorção intestinal. A presença de lipídeos pode afetar a biohidrogenação ruminal. De acordo com Lourenço, Ramos-Morales & Wallace (2010), os lipídeos são utilizados na alimentação de ruminantes para aumentar a densidade energética da dieta e também com o objetivo de manipular a fermentação ruminal, visto o efeito antimicrobiano destas substâncias, relacionado ao grau de instauração da molécula de ácido graxo (YANG et al., 2009), com maior toxicidade atribuída aos ácidos graxos poli-insaturados (MAIA et al., 2007).

Avaliando os efeitos dos níveis de óleo sobre as mudanças no padrão de fermentação e biohidrogenação ruminal, Lascano et al. (2016) observaram efeito sobre a biohidrogenação, sendo evidenciado pelo aumento nas concentrações dos CLA C18:2^{c-9t11} e C18:2^{t10c12}, confirmando os efeitos dos ácidos graxos insaturados sobre o metabolismo dos microrganismos ruminais.

O ácido graxo docosahexaenoico (DHA), de igual modo, pode exercer efeito sobre o processo de biohidrogenação. Dewanckele et al. (2018) observaram efeito deste ácido graxo sobre a biohidrogenação, com aumento na concentração do CLA C^{9t11} e ácido vacênico (C18:1^{t11}) quando forneceram DHA enriquecido com produto

de microalga para caprinos, verificando também modificação na população microbiana, com diminuição nas bactérias do gênero *Butyrivibrio*, principal grupo de bactéria atuante no processo de biohidrogenação.

Os ácidos graxos poli-insaturados são comumente utilizados na alimentação animal com a finalidade de modulação da fermentação ruminal, para promover aumento nas concentrações de CLA nos produtos como leite e carne. Alternativamente, pesquisadores tem utilizado fontes de ácidos graxos saturados, especialmente os de cadeia média, como o óleo de palmiste (YABUUCHI et al., 2006), devido à característica antimicrobiana do ácido láurico (HORNUNG; AMTMANN; SAUER, 1994; HINTON JR. & INGRAM, 2006; NAKATSUJI, et al., 2009; WIDIANINGRUM; NOVIANDI; SALASIA, 2019), podendo ser utilizado estrategicamente com o objetivo de promover modificações no padrão de fermentação ruminal, com diminuição das perdas de energia na forma de metano pelo seu efeito sobre bactérias metanogênicas (SOLIVA et al., 2004) e melhoria no aproveitamento do alimento, melhorando, dessa forma, a produtividade animal.

O óleo de palmiste é obtido após processo de extração da amêndoa do dendezeiro (*Elaeis guineense*). Esta fonte de lipídeos é principalmente utilizada na indústria alimentícia bem como na produção de biocombustíveis, apresentando-se semi-sólido em temperatura ambiente, com alta proporção de ácidos graxos saturados de cadeia média como o láurico (C12:0) e mirístico (C 14:0) (SÁNCHEZ, 2017), com concentrações médias de 47% e 17% para o ácido láurico e mirístico, respectivamente (FONG, SALIMON, 2012).

Pela alta concentração de ácido láurico em sua composição, o óleo de palmiste pode ser utilizado estrategicamente como modulador da fermentação ruminal. Esta fonte lipídica apresenta alta relação entre os ácidos láurico e mirístico (3:1), o que, segundo Hook, Wright e McBride (2010) apresenta maior eficácia sobre a diminuição da produção de metano ruminal, quando comparado ao óleo de côco, diminuindo, deste modo, perdas energéticas na produção.

O ácido láurico é um ácido graxo de cadeia média saturado, contendo 12 carbonos em sua estrutura, apresentando como características a resistência à oxidação enzimática e baixo ponto de fusão (24,4 – 25,6°C) (LOPES, 2015), com reconhecido efeito antimicrobiano (ZENTEK et al., 2013; WIDIANINGRUM, NOVIANDI, SALASIA, 2019). Este ácido graxo se adsorve a membrana celular, e, incorporando-se a ela, altera sua permeabilidade e fluidicidade (KOZLOSKI, 2016),

afetando o crescimento bacteriano (WIDIANINGRUM, NOVIANDI, SALASIA, 2019), sendo este seu mecanismo de ação.

Visando verificar o efeito dos ácidos graxos saturados sobre a metanogênese ocorrente no rúmen, Zhou et al. (2013) forneceram ácido láurico para avaliar a produção de metano e viabilidade de culturas puras de *Methanobrevibacter ruminantium* e observaram diminuição na taxa de produção de metano quando a dosagem fornecida foi $\geq 10\mu\text{g/mL}$, com parada completa da produção deste composto quando a dose fornecida foi de $30\mu\text{g/mL}$ com marcante efeito do ácido láurico sobre a viabilidade celular do microrganismo estudado.

Em avaliação *in vitro* do efeito do óleo de coco, rico em ácido láurico, sobre as características de fermentação e produção de metano, Kim et al. (2014) verificaram alteração no padrão de fermentação ruminal, com redução na produção de metano, estando associada à diminuição na população de bactérias metanogênicas e protozoários, confirmando o efeito deste ácido graxo na seleção de microrganismos, pelo seu efeito antimicrobiano.

Com relação aos efeitos do ácido láurico sobre a degradabilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro, Dohme et al. (2000) observaram alteração no padrão de fermentação ruminal quando avaliaram diversas fontes de ácido graxo, dentre elas, o óleo de palmiste, fonte de ácido láurico. Estes autores verificaram que a presença deste ácido graxo diminuiu a degradabilidade aparente da fibra em detergente neutro, podendo este efeito ter íntima associação com o efeito do ácido láurico sobre a seleção de microrganismos, sobretudo bactérias gram positivas pela sua ação sobre a estabilidade da membrana (HORNUNG; AMTMANN; SAUER; 1992; WIDIANINGRUM; NOVIANDI; SALASIA, 2019).

Já que o ácido láurico causa modificação na população de microrganismos ruminais, este pode, conseqüentemente, promover alterações na digestibilidade dos nutrientes, podendo ser refletido no desempenho produtivo dos animais, contudo a literatura ainda apresenta dados controversos. Hristov et al. (2004) observaram que a presença do ácido láurico na dieta de vacas em lactação aumentou a digestibilidade da matéria seca e fibra em detergente neutro em comparação à dieta controle, contudo, não identificaram efeito sobre a produção de leite e o teor de gordura.

Em estudo posterior Hristov et al. (2009) testaram duas fontes de ácido láurico (ácido láurico puro e óleo de coco) na alimentação de vacas em lactação, sem observar efeitos sobre a digestibilidade dos nutrientes, tão pouco sobre a produção

de leite e teor e gordura deste. Contudo, a presença deste ácido graxo na dieta promoveu alteração no perfil de ácidos graxos do leite, com aumento na concentração total de CLA para dietas com a presença do ácido láurico em relação à dieta controle, evidenciando o efeito deste sobre a modificação do perfil de ácidos graxos nos produtos de origem animal.

Já Faciola & Broderick (2013), fornecendo níveis de ácido láurico para vacas em lactação constataram redução na digestibilidade dos nutrientes à medida que o nível de ácido láurico aumentou, sendo este efeito sobre a digestibilidade refletido na produção e teor de gordura do leite, discordando dos estudos anteriores. Concordando com os autores supracitados, Carvalho et al. (2017) verificaram redução na digestibilidade da matéria seca e fibra em detergente neutro quando forneceram óleo de palma como fonte de ácido láurico na dieta de bovinos, podendo este efeito ter relação com a redução na população de Archaeas, *Ruminococcus albus* e protozoários.

O efeito do ácido láurico sobre o ambiente ruminal pode causar alteração nos produtos finais, como no leite, pela modificação no perfil de ácidos graxos (DOHME et al., 2004; KLOP et al., 2017), podendo também ser utilizado com a finalidade de melhorar o desempenho produtivo de animais de corte, alterando também o perfil de ácidos graxos da carne.

Avaliando o efeito da suplementação da dieta de ovinos com óleo de coco, Bhatt et al. (2011) puderam observar que a presença do óleo de coco rico em ácido láurico promoveu redução no consumo de alimentos e também na digestibilidade da proteína bruta, contudo, mesmo com tais efeitos, o peso corporal ao abate não sofreu efeito da presença do ácido láurico na dieta dos animais.

De igual modo, Freitas et al. (2017) observaram redução no consumo de matéria seca, bem como no seu coeficiente de digestibilidade quando forneceram torta de palmiste como fonte de ácido láurico para ovinos, sem encontrar efeito deste ácido graxo sobre o ganho médio diário e eficiência alimentar, mostrando que a presença deste ácido graxo pode atuar aumentando o aproveitamento do alimento pelos animais, o que se refletiu no desempenho produtivo destes, destacando seu potencial de utilização na alimentação de ovinos com a finalidade de trazer benefícios sobre o aproveitamento do alimento, com consequentes benefícios no desempenho produtivo dos animais, por seu efeito na seleção de microrganismos ruminais.

Sobre a utilização do óleo de palmiste na alimentação de ruminantes, verifica-se na literatura que o principal objetivo de sua utilização visa a modulação da fermentação ruminal e desempenho produtivo com relação à produção de leite e qualidade deste (DOHME et al., 2000; YABUUCHI et al., 2006; ADELUSI et al., 2015; GIRÓN; RESTREPO; FORNAGUERA, 2016), contudo, a literatura ainda é escassa com relação aos efeitos do fornecimento do óleo de palmiste sobre os parâmetros produtivos de cordeiros, sendo necessária sua investigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADELUSI, O. O.; ONWUKA, C. F. I.; ANIFOWOSE, I. O.; OJO, V. O. A.; YUSUF, K. O. Effects of mixtures of coconut and palm kernel oil on the rumen fermentation parameters and microbial population of cattle. **Livestock Research for Rural Development**, v. 27, n.136, p.1-7, 2015.

AGUNBIADE, J. A.; WISEMAN, J.; COLE, D. J. A. Energy and nutrient use of palm kernels, palm kernel meal and palm kernel oil in diets for growing pigs. **Animal Feed Science And Technology**, [SI], v. 80, n. 1, p. 165-181, maio 1999.

AJISAKA, N. MOHAMMED, N.; HARA, K.; MIKUNI, K.; HARA, K.; HASHIMOTO, H.; KUMSTS, T.; KANDA, S.; ITABASHI, H. Effects of medium-chain fatty acid-cyclodextrin complexes on ruminal methane production in vitro. **Journal of Animal Science**. 73:479–484, 2002. <https://doi.org/10.1046/j.1344-3941.2002.00066.x>

ALLEN, M. S. Relationship Between Fermentation Acid Production in the Rumen and the Requirement for Physically Effective Fiber. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p.1447-1462, 1997. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(97\)76074-0](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(97)76074-0).

ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, [s. l], v. 3, n. 2, p. 145-154, jun. 2004.

ASCHEMBACH, J. R.; PENNER, G. B.; STUMPF, F.; GÄBEL, G. RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM: Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH12. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 4, p.1092-1107, 2011. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2010-3301>.

BANNINK, A.; FRANCE, J.; LOPEZ, S.; GERRITS, W. J. J; KREBEAB, E.; TAMMINGA, S.; DIJKSTRA, J. Modelling the implications of feeding strategy on rumen fermentation and functioning of the rumen wall. **Animal Feed Science and Technology**, v. 143, n. 1-4, p.3-26, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.05.002>.

EAUCHEMIN, K. A.; MCGINN, S. M.; PETIT, H. V. Methane abatement strategies for cattle: Lipid supplementation of diets. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 87, n. 3, p.431-440, 2007. <http://dx.doi.org/10.4141/cjas07011>.

BENJAMIN, S. PRAKASAN, P.; SREEDHARAN, S.; WRIGHT, A. G.; SPENER, F. Pros and cons of CLA consumption: an insight from clinical evidences. **Nutrition & Metabolism**, v. 12, n. 1, p.4-24, 2015. <http://dx.doi.org/10.1186/1743-7075-12-4>.

BERGMAN, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, v. 70, n. 2, p.567-590, 1990. <http://dx.doi.org/10.1152/physrev.1990.70.2.567>.

BHATT, R. S.; SOREN, N. M.; TRIPATHI, M. K.; KARIM, S. A. Effects of different levels of coconut oil supplementation on performance, digestibility, rumen fermentation and

carcass traits of Malpura lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 164, n. 1-2, p.29-37, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.11.021>.

BOLES, J. A.; KOTT, R. W.; HATFIELD, P. G.; BERGMAN, J. W.; FLYNN, C. R. Supplemental safflower oil affects the fatty acid profile, including conjugated linoleic acid, of lamb. **Journal of Animal Science**, v.83, n.9, p.2175-2181, 2005. DOI: 10.2527/2005.8392175x

CAMPESTRE. **Óleo de coco palmiste**: ficha técnica. Disponível em: <https://www.campestre.com.br/oleos-vegetais/oleo-de-coco-palmiste/oleo-de-coco-palmiste-ficha-tecnica/>. Acesso em: 07 jan. 2021.

CARVALHO, I. P. C.; FIORENTINI, G.; CASTAGNINO, P. S.; JESUS, R. B.; MESSANA, J. D.; GRANJA-SALCEDO, Y. T.; DETMANN, E.; PADMANABHA, J.; MCSWEENEY, C. S.; BERCHIELLI, T. T. Supplementation with lipid sources alters the ruminal fermentation and duodenal flow of fatty acids in grazing Nellore steers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 227, p.142-153, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.02.017>.

CASTILLO-GONZÁLEZ, A. R.; BURROLA-BARRAZA, M. E.; DOMÍNGUEZ-VIVEROS, J.; CHÁVEZ-MARTÍNEZ, A. Rumen microorganisms and fermentation. Archivos de Medicina Veterinaria, v. 46, n. 3, p.349-361. 2014. **SciELO Comision Nacional de Investigacion Cientifica Y Tecnologica**. <http://dx.doi.org/10.4067/s0301-732x2014000300003>.

CHALUPA, W.; VECCHIARELLI, B.; ELSER, A. E.; KRONFELD, D. S. Ruminal Fermentation in Vivo as Influenced by Long-Chain Fatty Acids. **Journal of Dairy Science**, v. 69, n. 5, p.1293-1301, 1986. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(86\)80535-5](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(86)80535-5).

CHOUDHURY, P. K.; SALEM, A. Z. M.; JENA, R.; KUMAR, S.; SINGH, R.; PUNIYA, A. K. Rumen microbiology: an overview. In: PUNIYA, A. K.; SINGH, R.; KAMRA, D. N. (Ed.). **Rumen microbiology**: From Evolution to Revolution. New Delhi: Springer, 2015. Cap. 1. p. 3-16.

COSTA, R. G.; SILVA, N. V.; MEDEIROS, G. R.; MELO, A. A. S.; BISPO, S. V.; CAVALCANTI, M. C. A. The use of guava byproduct in the production of feedlot sheep in Brazil: impacts on the productive and economic performance.: impacts on the productive and economic performance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, n. 1, p. 1-11, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/rbz4820170257>.

DEWANCKELE, L.; VLAEMINCK, B.; HERNANDEZ-SANABRIA, E.; RUIZ-GONZÁLEZ, A.; DEBRUYNE, S.; JEYANATHAN, J.; FIEVEZ, V. Rumen Biohydrogenation and Microbial Community Changes Upon Early Life Supplementation of 22: 6n-3 Enriched Microalgae to Goats. **Frontiers In: Microbiology**, v. 9, n. 1, p.1-14, 2018. <http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2018.00573>.

DOHME, F.; MACHMÜLLER, A.; WASSERFALLEN, A.; KREUZER, M. Comparative efficiency of various fats rich in medium-chain fatty acids to suppress ruminal methanogenesis as measured with RUSITEC. **Canadian Journal of Animal Science**, v.80, p.473-482, 2000. <http://doi.org/10.4141/A99-113>

DOHME, F.; MACHMÜLLER, A.; SUTTER, F.; KREUZER, M. Digestive and metabolic utilization of lauric, myristic and stearic acid in cows, and associated effects on milk fat quality. **Archives of Animal Nutrition**, v. 58, n. 2, p.99-116, 2004. <http://dx.doi.org/10.1080/00039420410001667485>.

DORS, G. **Etanolise enzimática do óleo de palma visando à produção de biodiesel em sistema contínuo**. 2011. 231 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

ESTURRARI, E. F. **Oferta e demanda do mercado de ovinos de corte: um panorama nacional de perspectivas, tendências e oportunidades**. 2017. 31 f. TCC (Pós-Graduação) - Curso de Gestão do Agronegócio, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

FACIOLA, A. P.; BRODERICK, G. A. Effects of feeding lauric acid on ruminal protozoa numbers, fermentation, and digestion and on milk production in dairy cows¹. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 5, p.2243-2253, 2013. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2012-5169>.

FACIOLA, A. P.; BRODERICK, G. A.; HRISTOV, A.; LEÃO, M. I. Effects of lauric acid on ruminal protozoal numbers and fermentation pattern and milk production in lactating dairy cows¹. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 1, p.363-373, 2013. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2012-5168>.

FONG, M. N. F.; SALIMON, J. Epoxidation of palm kernel oil fatty acids. **Journal of Science and Technology**, v. 4, n. 2, p. 87-98. 2012.

FORSBERG, C. W.; LOVELOCK, L. K. A.; KRUMHOLZ, L.; BUCHABAB-SMITH, J. G. Protease activities of rumen protozoa. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 47, n. 1, p.101-110, 1984.

FREITAS, T. B.; FELIX, T. L.; PEDREIRA, M. S.; SILVA, R. R.; SILVA, F. F.; SILVA, H. G. O.; MOREIRA, B. S. Effects of increasing palm kernel cake inclusion in supplements fed to grazing lambs on growth performance, carcass characteristics, and fatty acid profile. **Animal Feed Science and Technology**, v. 226, p.71-80, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.02.009>.

GIRÓN, J. E. P.; RESTREPO, M. L. P.; FORNAGUERA, J. E. Carulla. Supplementation with corn oil and palm kernel oil to grazing cows: ruminal fermentation, milk yield, and fatty acid profile. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 45, n. 11, p. 693-703, nov. 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-92902016001100008>.

GIVENS, D. I.; KHEM, K. E.; GIBBS, R. A. The role of meat as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids in the human diet. **Meat Science**, v.74, n.1, p.209-218, 2006. [10.1016/j.meatsci.2006.04.008](http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.008)

GUEDES, L. F.; ANDRÉ JUNIORS, J.; NEVES, L. F. M.; ANDRADE, P. A. D.; BORGES, I. The importance of copper, molybdenum and sulphur in sheep feeding. **Nucleus Animalium**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 7-22, 30 nov. 2018. <http://dx.doi.org/10.3738/21751463.2831>.

GYULAI, F.; BARAN, M. Effect of monensin on rumen ciliate protozoa in sheep. **Archiv Für Tierernaehrung**, v. 38, n. 2, p.153-157, 1988. <http://dx.doi.org/10.1080/17450398809425393>.

HEGARTY, R. S. Reducing rumen methane emissions through elimination of rumen protozoa. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 50, n. 8, p.1321-1327, 1999. <http://dx.doi.org/10.1071/ar99008>.

HERMUCHE, P.; GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO JR., O. A.; GOMES, R. A. T.; PAIVA, S. R.; MCMANUS, C. M. Environmental factors that affect sheep production in Brazil. **Applied Geography**, v. 44, p.172-181, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.07.016>.

HINTON, A.; INGRAM, K. D. Antimicrobial Activity of Potassium Hydroxide and Lauric Acid against Microorganisms Associated with Poultry Processing†. **Journal of Food Protection**, v. 69, n. 7, p.1611-1615, 2006. <http://dx.doi.org/10.4315/0362-028x-69.7.1611>.

HOFMANN, R. R. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. **Oecologia**, v. 78, n. 4, p.443-457, 1989. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00378733>.

HOLANDA FILHO, Z. F.; MARTINS, E. C.; MAGALHÃES, K. A.; LUCENA, C. C. Boletim do Centro de Inteligência e Mercado de Caprinos e Ovinos: pesquisa da pecuária municipal 2018: análise dos rebanhos caprinos e ovinos. Sobral - Ce: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2019.

HOOK, S. E.; WRIGHT, A. D. G.; MCBRIDE, B. W. Methanogens: methane producers of the rumen and mitigation strategies. **Archaea**, [S.L.], v. 2010, p. 1-11, dez. 2010. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2010/945785>.

HORNUNG, B.; AMTMANN, E.; SAUER, G. Medium chain length fatty acids stimulate triacylglycerol synthesis in tissue culture cells. **Biochemical Pharmacology**, v. 43, n. 2, p.175-181, 1992. [http://dx.doi.org/10.1016/0006-2952\(92\)90275-n](http://dx.doi.org/10.1016/0006-2952(92)90275-n).

HORNUNG, B.; AMTMANN, E.; SAUER, G. Lauric acid inhibits the maturation of vesicular stomatitis virus. **Journal of General Virology**, v. 75, n. 2, p.353-361, 1994. <http://dx.doi.org/10.1099/0022-1317-75-2-353>.

HRISTOV, A. N.; IVAN, M.; MCALLISTER, T. A. In vitro effects of individual fatty acids on protozoal numbers and on fermentation products in ruminal fluid from cattle fed a high concentrate, barley-based diet. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2693-2704, 2004. [10.2527/2004.8292693x](https://doi.org/10.2527/2004.8292693x)

HRISTOV, A. N.; VANDER POL, M.; AGLE, M.; ZAMAN, S.; SCHNEIDER, C.; NDEGWA, P.; VADDELLA, V. K.; JOHNSON, K.; SHINGFIELD, K. J.; KARNATI, S. K. R. Effect of lauric acid and coconut oil on ruminal fermentation, digestion, ammonia losses from manure, and milk fatty acid composition in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 11, p.5561-5582, 2009. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2383>.

HRISTOV, A. N.; LEE, C.; CASSIDY, T.; LONG, M.; HEYLER, K.; CORL, B.; FORSTER, R. Effects of lauric and myristic acids on ruminal fermentation, production, and milk fatty acid composition in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 1, p.382-395, 2011. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2010-3508>.

IBGE: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE (ed.). **Censo agropecuário**: Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

JENKINS, T. C.; WALLACE, R. J.; MOATE, P. J.; MOSLEY, E. E. BOARD-INVITED REVIEW: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem¹. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 2, p.397-412, 2007. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2007-0588>.

JENKINS, T. C. Lipid Metabolism in the Rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 12, p.3851-3863, 1993. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(93\)77727-9](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(93)77727-9).

JERONIMO, E.; ALVES, S. P.; MARTINS, S. V.; PRATES, J. A. M.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, J. Effect of sodium bentonite and vegetable oil blend supplementation on growth, carcass quality and intramuscular fatty acid composition of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v.158, n.3-4, p.136-145, 2010. DOI: 10.1017/S1751731116001129

JOUANY, J. P.; DEMEYER, D. I.; GRAIN, J. Effect of defaunating the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v. 21, n. 2-4, p.229-265, 1988. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401\(88\)90105-8](http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401(88)90105-8).

KENNELLY, J. J. The fatty acid composition of milk fat as influenced by feeding oilseeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 60, n. 3-4, p.137-152, 1996. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401\(96\)00973-x](http://dx.doi.org/10.1016/0377-8401(96)00973-x).

KEWELOH, H.; HEIPIEPER, H. J. Trans unsaturated fatty acids in bacteria. **Lipids**, v. 31, n. 2, p.129-137, 1996. <http://dx.doi.org/10.1007/bf02522611>.

KIM, E. T.; PARK, C. G.; LIM, D. H.; KWON, E. G.; KIM, S. B.; MOON, Y. H.; SHIN, N. H.; LEE, S. S. Effects of Coconut Materials on in vitro Ruminal Methanogenesis and Fermentation Characteristics. **Asian-australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, n. 12, p.1721-1725, 2014. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2014.14216>.

KLOP, G.; DIJKSTRA, J. DIEHO, K.; HENDRIKS, W. H.; BANNINK, A. Enteric methane production in lactating dairy cows with continuous feeding of essential oils or rotational feeding of essential oils and lauric acid. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 5, p.3563-3575, 2017. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-12033>.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3. ed. Santa Maria, RS: UFSM, 216 p. 2016.

KRAUSE, D. O.; DENMAN, S. E.; MACKIE, R. I.; MORRISON, M.; ERA, A. L.; ATTWOOD, G. T.; MCSWEENEY, C. S. Opportunities to improve fiber degradation in the rumen: microbiology, ecology, and genomics. **Fems Microbiology Reviews**, v. 27, n. 5, p.663-693, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/s0168-6445\(03\)00072-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0168-6445(03)00072-x).

KRUMHOLZ, L. R.; FORSBERG, C. W.; VEIRA, D. M. Association of methanogenic bacteria with rumen protozoa. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 29, n. 6, p.676-680, 1983. <http://dx.doi.org/10.1139/m83-110>.

LASCANO, G. J.; ALENDE, M.; KOCH, L. E.; JENKINS, T. C. Changes in fermentation and biohydrogenation intermediates in continuous cultures fed low and high levels of fat with increasing rates of starch degradability. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 8, p.6334-6341, 2016. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-11032>.

LEE, Y.; JENKINS, T. C. Biohydrogenation of Linolenic Acid to Stearic Acid by the Rumen Microbial Population Yields Multiple Intermediate Conjugated Diene Isomers. **The Journal of Nutrition**, v. 141, n. 8, p.1445-1450, 2011. <http://dx.doi.org/10.3945/jn.111.138396>.

LEITE, J. H. G. M.; FAÇANHA, D. A. E.; COSTA, W. P.; CHAVES, D. F.; GUILHERMINO, M. M.; SILVA, W. S. T.; BERMEJO, L. A. Thermoregulatory responses related to coat traits of Brazilian native ewes: an adaptive approach.: an adaptive approach. **Journal of Applied Animal Research**, v. 46, n. 1, p. 353-359, 2017. <http://dx.doi.org/10.1080/09712119.2017.1302877>.

LI, D.; WANG, J.; BU, D. Ruminal microbe of biohydrogenation of trans-vaccenic acid to stearic acid in vitro. **Bmc Research Notes**, v. 5, n. 1, p.97-105, 2012. <http://dx.doi.org/10.1186/1756-0500-5-97>.

LOPES, I. K. B. **Avaliação físico-química e química dos óleos e gorduras e seus efeitos na ingestão in vivo**. 2015. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2015.

LOURENÇO, M.; RAMOS-MORALES, E.; WALLACE, R. J. The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. **Animal**, v. 4, n. 7, p.1008-1023, 2010. <http://dx.doi.org/10.1017/s175173111000042x>.

MAIA, M. R. G.; CHAUDHARY, L. C.; FIGUERES, L. WALLACE, R. J. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 91, n. 4, p.303-314, 2007. <http://dx.doi.org/10.1007/s10482-006-9118-2>.

MATSUMOTO, M. KOBAYASHI, T.; TAKENAKA, A.; ITABASHI, H. Defaunation effects of medium-chain fatty acids and their derivatives on goat rumen protozoa. **Journal of Genetic Applied and Microbiology**, v.37, p.439-445, 1991. DOI: 10.2323/jgam.37.439.

MCALLISTER, T. A.; NEWBOLD, C. J. Redirecting rumen fermentation to reduce methanogenesis. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 48, n. 2, p.7-13, 2008. <http://dx.doi.org/10.1071/ea07218>.

MOURÃO, D. M.; MONTEIRO, J. B. R.; COSTA, N. M. B.; STRINGHETA, P. C.; MINIM, V. P. R.; DIAS, C. M. G. C. Ácido linoléico conjugado e perda de peso. **Brazilian Journal of Nutrition**, v.18, p.391-399, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732009000400005>.

NAKATSUJI, T.; KAO, M. C.; FANG, J.; ZOUBOULIS, C. C.; ZHANG, L.; GALLO, R. L.; HUANG, C. Antimicrobial Property of Lauric Acid Against Propionibacterium Acnes: Its Therapeutic Potential for Inflammatory Acne Vulgaris. **Journal of Investigative Dermatology**, v. 129, n. 10, p.2480-2488, 2009. <http://dx.doi.org/10.1038/jid.2009.93>.

NEWBOLD, C. J.; CHAMBERLAIN, D. G. Lipids as rumen defaunating agents. **Proceedings of the Nutrition Society** 47: 157A. 1988.

NGUYEN, S. H.; HEGARTY, R. S. Effects of defaunation and dietary coconut oil distillate on fermentation, digesta kinetics and methane production of Brahman heifers. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 101, n. 5, p.984-993, 2016. <http://dx.doi.org/10.1111/jpn.12534>.

OEZTUERK, H.; SCHROEDER, B.; BEYERBACH, M.; BREVES, G. Influence of Living and Autoclaved Yeasts of *Saccharomyces boulardii* on in Vitro Ruminant Microbial Metabolism. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 7, p.2594-2600, 2005. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(05\)72935-0](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(05)72935-0).

OLIVEIRA, O. A. M. AMARAL, A. G.; PEREIRA, K. A.; CAMPOS, J. C. D.; TAVEIRA, R. Z. Utilização de aditivos modificadores da fermentação ruminal em bovinos de corte. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 287-311, 11 fev. 2019. <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2019v12n1p287-311>.

RAINERI, C.; STIVARI, T. S. S.; GAMEIRO, A. H. Lamb Production Costs: Analyses of Composition and Elasticities Analysis of Lamb Production Costs. **Asian-australasian Journal of Animal Sciences**, v. 28, n. 8, p.1209-1215, 2015. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.14.0585>.

RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. Effect of Ionophores on Ruminant Fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 55, n. 1, p.1-6, 1989.

RUSSELL, J. B.; HESPELL, R. B. Microbial Rumen Fermentation. **Journal of Dairy Science**, v. 64, n. 6, p.1153-1169, 1981. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(81\)82694-x](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(81)82694-x).

SÁNCHEZ, A. A. C. **Produção de ésteres alquílicos com potencial lubrificante por transesterificação enzimática do óleo de palmiste e álcoois superiores**. 2017. 152 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Biotecnologia Industrial na Área de Microbiologia Aplicada, Escola de Engenharia de Lorena, Lorena, 2017.

SEJIAN, V.; KRISHNAN, G.; BAGATH, M.; VASWANI, S.; PRAGNA, P.; ALEENA, J.; LEES, A. M.; MAURYA, V. P.; BHATTA, R. Measurement of Severity of Heat Stress in Sheep. In: Sejian V., Bhatta R., Gaughan J., Malik P., Naqvi S., Lal R. (eds) *Sheep Production Adapting to Climate Change*. Springer, 2017, Singapura.

SHANG, X.; WANG, C.; ZHANG, G.; LIU, Q.; GUO, G.; HUO, W.; ZHANG, J.; PEI, C. Effects of soybean oil and dietary copper levels on nutrient digestion, ruminal fermentation, enzyme activity, microflora and microbial protein synthesis in dairy bulls. **Archives of Animal Nutrition**, p.1-14, 2019. <http://dx.doi.org/10.1080/1745039x.2019.1679562>.

SILVA, T. M.; OLIVEIRA R. L.; BARBOSA, L. P.; GARCEZ NETO, A. F.; BAGALDO, A. R.; LANNA, D. P. D.; SILVA, M. C. A.; JESUS, I. B. Preliminary study on meat quality of goats fed levels of licury oil in the diet. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.24, n.8, p. 1112-1119, 2011. DOI: 10.5713/ajas.2011.11053

SOLIVA, C. R.; MEILE, L.; HINDRICHSEN, I. K.; KREUZER, M.; MACHMÜLLER, A. Myristic acid supports the immediate inhibitory effect of lauric acid on ruminal methanogens and methane release. **Anaerobe**, v. 10, n. 5, p.269-276, 2004. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anaerobe.2004.06.003>.

WIDIANINGRUM, D. C.; NOVIANDI, C. T.; SALASIA, S. I. O. Antibacterial and immunomodulator activities of virgin coconut oil (VCO) against *Staphylococcus aureus*. **Heliyon**, v. 5, n. 10, p. 1-5, 2019. <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02612>.

YABUUCHI, Y.; MATSUSHITA, Y.; OTSUKA, H.; FUKAMACHI, K.; KOBAYASHI, Y. Effects of supplemental lauric acid-rich oils in high-grain diet on in vitro rumen fermentation. **Animal Science Journal**, [S.L.], v. 77, n. 3, p. 300-307, jun. 2006. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1740-0929.2006.00352.x>.

YANG, S. L.; BU, D. P.; WANG, J. Q.; HU, Z. Y.; LI, D.; WEI, H. Y.; ZHOU, L. Y.; LOOR, J. J. Soybean oil and linseed oil supplementation affect profiles of ruminal microorganisms in dairy cows. **Animal**, v. 3, n. 11, p.1562-1569, 2009. <http://dx.doi.org/10.1017/s1751731109990462>.

ZENTEK, J.; FERRARA, F.; PIEPER, R.; TEDIN, L.; MEYER, W.; VAHJEN, W. Effects of dietary combinations of organic acids and medium chain fatty acids on the gastrointestinal microbial ecology and bacterial metabolites in the digestive tract of weaning piglets. **Journal of Animal Science**, v. 91, n.1, p. 3200-3210, 2013

ZHOU, X.; MEILE, L.; KREUZER, M.; ZEITZ, J. O. The Effect of Saturated Fatty Acids on Methanogenesis and Cell Viability of *Methanobrevibacter ruminantium*. **Archaea**, v. 2013, p.1-9, 2013. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/106916>.

ARTIGO I.

O uso de óleo de palmiste na dieta melhora a conversão alimentar de cordeiros em terminação

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão do óleo de palmiste (OP) sobre o consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo, balanço de nitrogênio, metabólitos sanguíneos e parâmetros de fermentação ruminal e desempenho produtivo na dieta de cordeiros. Três ensaios experimentais foram conduzidos na Fazenda Experimental da Escola de Medicina Veterinária da Universidade Federal da Bahia, em São Gonçalo dos Campos – BA. Os tratamentos consistiram na inclusão de óleo de palmiste (OP) na dieta, sendo OP_{zero} - nível zero – sem inclusão de OP; OP_{1,3%} - adição de 1,3% OP; OP_{2,6%} - adição de 2,6% de OP; OP_{3,9%} - adição de 3,9% de OP; OP_{5,2%} - adição de 5,2% de OP, com base na matéria seca da dieta total. As dietas foram formuladas com proporção volumoso:concentrado 40:60 na forma de mistura completa e o concentrado composto de farelo de milho, farelo de soja, sal mineral e óleo de palmiste de acordo com cada tratamento. No primeiro ensaio experimental foram utilizados 40 cordeiros machos não castrados alojados individualmente em baias, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado para a avaliação do consumo de nutrientes e metabólitos sanguíneos. Para o ensaio de digestibilidade, foram utilizados 25 cordeiros Santa Inês machos não castrados, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. O terceiro ensaio experimental foi realizado utilizando-se 5 carneiros machos não castrados, fistulados e canulados no rúmen, para avaliação dos parâmetros de fermentação ruminal, distribuídos em delineamento em quadrado latino. Foram coletadas amostras de alimentos, sobras e fezes para análises químico-bromatológicas para determinação do consumo e digestibilidade dos nutrientes. Houve redução linear no consumo de matéria seca ($P<0,001$), minerais ($P<0,001$), proteína bruta ($P<0,001$), fibra em detergente neutro ($P<0,001$), carboidratos não fibrosos ($P<0,001$), nutrientes digestíveis totais ($P=0,021$) e aumento no consumo de extrato etéreo ($P<0,001$) à medida que a inclusão do OP aumentou na dieta. Os coeficientes de digestibilidade da fibra em detergente neutro ($P=0,573$) e carboidratos não fibrosos ($P=0,648$) não foram afetados pela presença do OP na dieta. A digestibilidade da matéria seca ($P=0,035$), do extrato etéreo ($P<0,001$), da proteína bruta ($P<0,001$) e nutrientes digestíveis totais ($P<0,001$) aumentaram à medida que o nível de OP na dieta aumentou. Houve redução no consumo ($P<0,001$) e excreção de nitrogênio fecal ($P<0,001$), bem como na produção de proteína microbiana ($P<0,001$) com o aumento do fornecimento de OP na dieta de ovinos. O colesterol sérico aumentou ($P<0,001$), enquanto a concentração sérica da enzima GGT diminuiu ($P=0,048$) quando o nível de OP na dieta aumentou. A presença do OP na dieta não causou efeito sobre o ganho de peso total ($P=0,058$) e ganho médio diário ($P=0,057$), contudo, a conversão alimentar melhorou ($P=0,001$) quando o nível de OP na dieta aumentou. O óleo de palmiste pode ser fornecido na dieta de ovinos até o nível de 5,2% de inclusão, com melhoria na digestibilidade dos nutrientes. A presença do óleo de palmiste na dieta melhorou a conversão alimentar e reduziu o balanço de nitrogênio, com diminuição na população de protozoários totais no líquido ruminal.

Palavras-Chave: óleo de palmiste, ovinos, proteína bruta, protozoários

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of the inclusion of palm kernel oil (PKO) on consumption, digestibility, ingestive behavior, nitrogen balance, blood metabolites and rumen fermentation parameters and productive performance in the lamb diet. Three experimental trials were conducted at the Experimental Farm of the School of Veterinary Medicine of the Federal University of Bahia, in São Gonçalo dos Campos - BA. The treatments consisted of the inclusion of palm kernel oil (PKO) in the diet, with PKO_{zero} - level zero - without the inclusion of PKO; PKO_{1.3%} - addition of 1.3% PKO; PKO_{2.6%} - addition of 2.6% of PKO; PKO_{3.9%} - addition of 3.9% of PKO; PKO_{5.2%} - addition of 5.2% PKO, based on the dry matter of the total diet. The diets were formulated with a roughage ratio: 40:60 concentrate in the form of a complete mixture and the concentrate composed of corn bran, soybean meal, mineral salt and palm kernel oil according to each treatment. In the first experimental trial 40 non-castrated male lambs housed individually in stalls were used, distributed in a completely randomized design to assess the consumption of nutrients and blood metabolites. For the digestibility test, 25 non-castrated male Santa Inês lambs were used, distributed in a completely randomized design. The third experimental test was carried out using 5 male sheep, not castrated, fistulated and cannulated in the rumen, to evaluate ruminal fermentation parameters, distributed in a Latin square design. Samples of food, leftovers and feces were collected for chemical-chemical analysis to determine the consumption and digestibility of nutrients. There was a linear reduction in the consumption of dry matter ($P<0.001$), minerals ($P<0.001$), crude protein ($P<0.001$), neutral detergent fiber ($P<0.001$), non-fibrous carbohydrates ($P<0.001$), digestible nutrients total ($P=0.021$) and increased consumption of ether extract ($P<0.001$) as the inclusion of PKO increased in the diet. The digestibility coefficients of neutral detergent fiber ($P=0.573$) and non-fibrous carbohydrates ($P=0.648$) were not affected by the presence of PKO in the diet. The digestibility of dry matter ($P=0.035$), ether extract ($P<0.001$), crude protein ($P<0.001$) and total digestible nutrients ($P<0.001$) increased as the level of PKO in the diet increased. There was a reduction in consumption ($P<0.001$) and excretion of fecal nitrogen ($P<0.001$), as well as in the production of microbial protein ($P<0.001$) with the increased supply of PKO in the sheep diet. Serum cholesterol increased ($P<0.001$), while the serum concentration of the GGT enzyme decreased ($P=0.048$) when the level of PKO in the diet increased. The presence of PKO in the diet had no effect on total weight gain ($P=0.058$) and average daily gain ($P=0.057$), however, feed conversion improved ($P=0.001$) when the level of PKO in the diet increased. Palm kernel oil can be supplied in the sheep diet up to the level of 5.2% inclusion, with improved digestibility of nutrients. The presence of palm kernel oil in the diet improved feed conversion and reduced the nitrogen balance, with a decrease in the population of total protozoa in the rumen liquid.

Keywords: crude protein, dodecanoic acid, protozoa, sheep

INTRODUÇÃO

Estudos no âmbito da nutrição animal têm sido desenvolvidos com o intuito de melhorar o processo produtivo pela utilização de estratégias que promovam, dentre outros aspectos, o aumento no aproveitamento do alimento pelo animal, sem, no entanto, aumentar o consumo de alimentos, tornando o sistema mais lucrativo (GOMES et al., 2011).

Uma estratégia utilizada para aumentar a eficiência do sistema produtivo está na utilização de substâncias que promovam a modulação da fermentação ruminal pela modificação da sua microbiota. Esta modificação se dá através da remoção de grupos de microrganismos, sobretudo protozoários, que diminuem a disponibilidade de nutrientes para o animal (DEMEYER & VAN NEVEL, 1979). Segundo Demeyer & Van Nevel (1979), o processo de defaunação está relacionado com o aumento na eficiência de crescimento microbiano, pela diminuição da predação de bactérias por protozoários

Dentre as substâncias com capacidade defaunatória, tem-se os antibióticos como a monensina (MARTINELE et al., 2008), dioctil sulfosuccinato de sódio (DEMEYER & VAN NEVEL, 1979) e substâncias alternativas como óleo de coco (HRISTOV et al., 2009; NGUYEN & HEGARTY, 2016), e óleo de palmiste (GIRÓN; RESTREPO; FORNAGUERA, 2016), sendo ambas fontes de ácidos graxos de cadeia média, dentre eles o ácido láurico.

O ácido láurico é um ácido graxo saturado de cadeia média com 12 carbonos em sua estrutura, que possui atividade antimicrobiana (KABARA, 1979), exercendo efeitos sobre bactérias (NAKATSUJI et al., 2009; NITBANI et al., 2016) e ação antiprotozoária (HRISTOV et al., 2009). Por sua atividade antiprotozoária, pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de verificar seus efeitos sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, principalmente em bovinos leiteiros (DOHME et al., 2004; HRISTOV et al., 2009; HRISTOV et al., 2011; FACIOLA et al., 2013).

Sobre a utilização do ácido láurico para ovinos, Machmüller & Kreuzer (1999) não observaram efeito sobre a digestibilidade da matéria seca e fibra em detergente neutro quando forneceram doses crescentes de óleo de coco como fonte de ácido láurico para ovinos, contudo puderam identificar aumento na digestibilidade da proteína bruta à medida que a concentração de ácido láurico aumentou, estando tais

efeitos relacionados com a diminuição na população de protozoários e aumento na população de bactérias no fluido ruminal.

Entretanto, a literatura ainda é escassa em relação ao fornecimento de óleo de palmiste e seus efeitos sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, além dos parâmetros de fermentação ruminal em ovinos.

Com isso, o objetivo deste estudo foi testar a hipótese de que a inclusão de ácido láurico na dieta de cordeiros melhora a digestibilidade dos nutrientes e o desempenho produtivo de ovinos em crescimento e que seu fornecimento na dieta modifica a população ruminal, com diminuição na contagem total de protozoários.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda experimental da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, em São Gonçalo dos Campos - BA. Todos os procedimentos realizados com o uso de animais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia – UFBA, sob o protocolo de número 40/2014, utilizando-se um total de 70 animais distribuídos em três ensaios experimentais.

Os tratamentos consistiram na inclusão de óleo de palmiste (OP) à dieta (Tabela 1), sendo o OP_{zero} – sem inclusão de óleo de palmiste; OP_{1,3%} - adição de 1,3% de óleo de palmiste; OP_{2,6%} – adição de 2,6% de óleo de palmiste; OP_{3,9%} - adição de 3,9% de óleo de palmiste; OP_{5,2%} – adição de 5,2% de óleo de palmiste, com base na matéria seca da dieta total.

Tabela 1. Composição (g/100g) do óleo de palmiste em ácidos graxos

Ácido Graxo	Nome sistemático	Nome comum	g/100g
C4:0 a C10:0	-	-	7,78
C12:0	Dodecanóico	Láurico	46,63
C14:0	Tetradecanóico	Mirístico	16,05
C16:0	Hexadecanóico	Palmítico	8,59
C18:0	Octadecanóico	Esteárico	2,34
C18:1 ^{cis9}	Octadecaenóico	Oleico	14,06
Outros	-	-	4,53
Total	-	-	100,0

Os animais de todos os ensaios experimentais foram alimentados duas vezes ao dia (08h00min e 16h00min), sendo a oferta realizada de forma a garantir sobras entre 10% e 20%, com água fornecida *ad libitum*. O volumoso utilizado foi feno de Tifton-85 (*Cynodon sp.*) moído em partícula de aproximadamente 5 cm, em uma relação volumoso:concentrado de 40:60 e o concentrado composto de milho moído, farelo de soja, sal mineral, e óleo de palmiste, de acordo com cada tratamento. As dietas eram isonitrogenadas e foram formuladas conforme o NRC (2007) para proporcionar ganho médio diário de 200g (Tabela 2).

Tabela 2. Ingredientes, composição bromatológica e perfil de ácidos graxos (g.100g⁻¹) das dietas experimentais

Ingredientes	Níveis (%) ¹				
	0	1,3	2,6	3,9	5,2
Feno	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Milho moído	42,5	41,0	39,6	38,1	36,6
Farelo de Soja	16,0	16,2	16,3	16,5	16,7
Óleo de Palmiste	0,00	1,30	2,60	3,90	5,19
Mineral	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição bromatológica ²					
Matéria seca	86,8	86,9	87,1	87,3	87,5
Matéria orgânica	93,9	93,9	93,9	94,0	94,0
Matéria mineral	6,06	6,05	6,05	6,04	6,04
Proteína bruta	13,9	13,9	13,8	13,8	13,7
Extrato etéreo	1,40	2,66	3,92	5,18	6,44
Fibra em detergente neutro _{cp}	36,6	36,5	36,4	36,3	36,2
Fibra em detergente ácido	17,1	17,1	17,1	17,0	17,0
Carboidratos não fibrosos	42,0	40,1	39,8	38,7	37,6
Perfil de ácidos graxos					
C 10:0 (Cáprico)	0,38	2,00	2,36	2,58	2,78
C 12:0 (Láurico)	3,92	28,20	33,94	36,46	38,61
C 14:0 (Mirístico)	2,84	10,62	11,77	13,00	14,20
C 16:0 (Palmítico)	56,00	52,70	49,05	50,70	50,80
C 16:1 (Palmitoleico)	0,42	0,34	0,35	0,34	0,32
C 18:0 (Esteárico)	9,80	9,74	9,02	7,35	9,56
C 18:1 ^{cis9} (Oléico)	42,17	32,67	31,17	29,27	27,57
C 18:2 ^{cis9 cis12} (Linoleico)	54,60	33,10	31,90	28,60	24,70
C 18:3n-3 (Linolênico)	11,18	10,41	10,40	10,38	10,07
Outros ³	6,28	9,52	9,74	11,38	11,67

¹ Níveis de inclusão de óleo de palmiste, 0 – sem inclusão de óleo de palmiste; 0,6 - adição de 1,3% de óleo de palmiste; 1,2 - adição de 2,6% de óleo de palmiste; 1,8 - adição de 3,9% de óleo de palmiste; 2,4 - adição de 5,2% de óleo de palmiste;

² Fibra em Detergente Neutro_{cp} – Fibra em detergente neutro corrigido para proteínas e cinzas (%MS); ³ Soma de ácidos graxos menos representativos.

- *Experimento 1. Consumo de Nutrientes*

O consumo de nutrientes foi avaliado utilizando 40 cordeiros Santa Inês machos, não castrados, previamente vacinados e vermifugados, com peso médio inicial de $25,73 \pm 4,01$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, alojados em baias individuais medindo 1 m², com piso suspenso de madeira ripada, providas de comedouros e bebedouros individuais, totalizando oito animais por tratamento.

A avaliação do consumo teve duração de 96 dias, sendo os primeiros 15 dias de adaptação ao ambiente, manejo e dietas. Os animais foram pesados no início do período experimental e a cada 25 dias para acompanhamento do ganho de peso. Diariamente, antes do fornecimento da alimentação, pela manhã, foram coletadas as sobras, pesadas para determinação do consumo, possibilitando ajustes na quantidade a ser ofertada e a cada três dias realizou-se uma amostragem, para posteriores análises químico-bromatológicas.

O consumo de nutrientes, em gramas por dia, foi determinado através do cálculo da diferença entre a quantidade do nutriente contido no alimento e a quantidade deste contida nas sobras. Calculou-se também o consumo de nutrientes em relação ao peso corporal e metabólico, além dos nutrientes efetivamente consumidos, pela relação do nutriente em relação ao consumo de matéria seca. Amostras do feno foram coletadas periodicamente e dos demais ingredientes a cada confecção dos concentrados, sendo armazenadas para posteriores análises de composição bromatológica.

Ao final do período experimental, os animais foram pesados após jejum de sólidos e dieta hídrica de 16 horas para determinação do ganho de peso total (GPT) e diário (GMD), conversão alimentar (CA: relação entre o consumo total de ração em um determinado período e o ganho de peso total).

Para avaliação dos metabólitos sanguíneos, amostras de sangue foram coletadas por meio de punção da veia jugular, com o uso de sistema vacutainer em tubos sem uso de anticoagulante. Após a coleta, realizou-se a centrifugação a 5.000 RPM por 20 minutos para separação do soro, que foram acondicionados em tubos

ependorff e armazenados sob congelamento (-20°C) para posteriores análise dos metabólitos sanguíneos.

Os metabólitos sanguíneos avaliados foram a concentração de albumina, colesterol total, triglicerídeos, proteínas totais, bem como a atividade das enzimas alanina-aminotransferase (ALT), aspartato-aminotransferase (AST) e gama-glutamil transferase (GGT), realizadas com o uso de kits comerciais da Labtec®.

A composição bromatológica dos ingredientes das dietas, assim como das sobras foi determinada conforme métodos descritos por Detmann et al. (2012), para determinação dos teores de matéria seca (MS – método INCT – CA – G 003/1), matéria mineral (MM – método INCT – CA – M 001/1), proteína bruta (PB – método INCT – CA – N 001/1) e extrato etéreo (EE – método INCT – CA – G 004/1). Para determinação dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), utilizou-se a metodologia descrita por Van Soest et al. (1991) e os carboidratos não-fibrosos foram calculados de acordo com equação descrita por Weiss (1999):

$$CNF(\%) = 100 - (\%FDN_{cp} + \%PB + \%EE + \%MM)$$

- *Experimento 2. Ensaio de digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio e avaliação do comportamento ingestivo*
 - *Digestibilidade dos nutrientes*

Para o ensaio de digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo e balanço de nitrogênio, foram utilizados 25 cordeiros Santa Inês machos, não castrados, previamente vacinados e vermifugados, com peso médio de $34,61 \pm 2,61$ kg, alojados em gaiolas metabólicas individuais medindo 1,5 m x 0,75 m, suspensas do solo e com sistema que permitia a coleta de fezes e urina separadamente, dispondo

de comedouro e bebedouro individual, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições.

O ensaio de digestibilidade dos nutrientes teve duração de 21 dias, sendo 14 dias de adaptação às instalações e dietas experimentais e 7 dias para coleta de dados.

Durante os sete dias de coleta de dados, as sobras foram previamente pesadas para determinação da digestibilidade dos nutrientes, além de coletas total de fezes e urina. As fezes foram amostradas em bandejas individuais previamente identificadas, sendo retiradas e pesadas antes do fornecimento da alimentação da manhã. Após a coleta total, as fezes foram pesadas e uma alíquota de 20% do peso diário das fezes foi obtida separadamente de cada animal, sendo colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C por 72 horas, posteriormente pesadas e armazenadas, formando-se amostras compostas por animal para posteriores análises dos teores de matéria seca, cinzas, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e carboidratos não fibrosos. O coeficiente de digestibilidade dos nutrientes foi determinado conforme equação descrita abaixo:

$$Digestibilidade (g/dia) = \left[\frac{Nutriente_{ingerido} (g) - Nutriente_{fezes} (g)}{Nutriente_{ingerido} (g)} \right] * 100$$

A composição bromatológica das sobras e fezes foi determinada de igual modo ao descrito no experimento 1, e os nutrientes digestíveis totais foram obtidos mediante uso da seguinte equação (NRC, 2001), utilizando as frações digestíveis dos carboidratos não fibrosos, proteína bruta, extrato etéreo e fibra em detergente neutro:

$$NDT(\%) = \%CNF_d + \%PB_d + (\%EE_d \times 2,25) + \%FDN_d$$

- *Balanço de nitrogênio e produção de proteína microbiana*

Para determinação do balanço de nitrogênio e produção de proteína microbiana, realizou-se a coleta total de urina. Para esta, foram utilizadas bandejas individuais contendo 50 ml de solução de ácido sulfúrico 20% com o objetivo de evitar perdas de nitrogênio para o meio por volatilização e manter o pH em valores inferiores a 3, a fim de impedir o desenvolvimento de microrganismos que pudessem degradar os compostos excretados. Durante o período de coleta, a urina foi recolhida das bandejas em frascos individuais de plástico com capacidade para 5 litros, identificados por animal, com posterior medição do volume e do pH por meio de fitas, retirando-se uma alíquota de 10% do volume total diário que foi armazenada sob congelamento, formando a amostra composta de urina de cada animal ao final do período de coleta.

Alíquotas de 10 ml da amostra composta de urina foram diluídas em 40 ml de solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0,036N com o objetivo de evitar a destruição bacteriana dos derivados de purina e a precipitação do ácido úrico, sendo então congeladas a $-20\text{ }^{\circ}C$ para posteriores análises da excreção de compostos nitrogenados e de derivados de purina, alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina, para cálculo da eficiência de síntese de proteína microbiana e fluxo intestinal de compostos nitrogenados, respectivamente. O balanço de nitrogênio foi determinado pela diferença entre a quantidade consumida e as perdas contabilizadas na urina e fezes.

O teor de nitrogênio total urinário foi determinado de acordo com o método de Kjeldhal (DETMAN et al., 2012) e o balanço de nitrogênio (BN) obtido através do uso das seguintes equações e expresso em g/dia e em $g/kg^{0,75}/dia$:

$$BN = N_{ingerido} - (N_{fezes} + N_{urina})$$

$$N_{absorvido} = N_{ingerido} - N_{fezes}$$

$$N_{ingerido} = N_{ofertado} - N_{sobras}$$

A alantoína, xantina, hipoxantina e ácido úrico foram determinados seguindo metodologia colorimétrica com o uso de kits comerciais e a excreção total dos derivados de purina foi realizada por meio da soma dos valores obtidos para alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina, expressas em mmol/dia, de acordo com Chen & Gomes (1992), calculando-se as purinas microbianas absorvidas a partir da excreção de derivados de purina na urina conforme equação:

$$Y_{mmol/dia} = 0,84X + [(0,150 PV^{0,75}) * (e^{-0,25X})]$$

Onde Y é a excreção de derivados de purina na urina, X é a purina microbiana absorvida (mmol/dia), 0,84 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados urinários de purinas e 0,150 $PV^{0,75}$ a contribuição endógena para excreção de purinas.

Para cálculo do fluxo intestinal de compostos nitrogenados (N) microbianos, utilizou-se a seguinte equação em função das purinas microbianas absorvidas (X , mmol/dia):

$$Y = 70X / (0,83 * 0,116 * 1000)$$

Em que 70 representa o conteúdo de nitrogênio nas purinas (70 mg N/mmol de purinas), 0,83 a digestibilidade intestinal das purinas microbianas e 0,116 é a relação $N_{purina}:N$ total da massa microbiana (CHEN & GOMES, 1992). A eficiência de síntese de proteína microbiana foi calculada através da divisão da síntese de proteína microbiana (g/dia) pelo consumo de nutrientes digestíveis totais (kg/dia).

- *Comportamento ingestivo*

O comportamento ingestivo dos animais foi avaliado durante um período de 24 horas com observações a cada cinco minutos conforme Johnson & Combs (1991),

avaliando-se cada animal individualmente com relação ao tempo em que permaneciam realizando atividades de ruminação, alimentação e ócio. As mastigações meréricas foram avaliadas em cada animal individualmente (POLLI et al., 1996), nos períodos da manhã (10:00h), tarde (15:00h) e noite (21:00h), observando o número de movimentos mastigatórios por bolo alimentar, sendo realizado por avaliadores previamente treinados, com o uso de cronômetros digitais e iluminação artificial no período noturno, com prévia adaptação dos animais.

As eficiências de alimentação (EA), de ruminação (ER) com base no consumo de matéria seca e consumo de fibra em detergente neutro, assim como o tempo de mastigação total (TMT), foram obtidas mediante cálculos descritos por Bürger et al. (2000), com os tempos despendidos com as atividades de alimentação e ruminação sendo medidos em horas por dia, conforme descritas abaixo:

$$EA(g\ MS/h) = CMS/T_{AL}$$

$$EA(g\ FDN/h) = CFDN/T_{AL}$$

$$ER(g\ MS/h) = CMS/T_{RU}$$

$$ER(g\ FDN/h) = CFDN/T_{RU}$$

$$TMT(h/dia) = T_{AL} + T_{RU}$$

Onde EA representa a eficiência de alimentação dada em gramas de matéria seca e fibra em detergente neutro consumidos por hora, CMS é o consumo de matéria seca, TAL representa o tempo despendido com a alimentação, ER é o tempo despendido com a atividade de ruminação, tanto em relação ao consumo de matéria seca, quanto ao consumo de fibra em detergente neutro por hora, TRU é o tempo de ruminação, CFDN equivale ao consumo de fibra em detergente neutro e TMT é o tempo de mastigação total.

- *Experimento 3. Avaliação dos parâmetros de fermentação ruminal*

Os parâmetros de fermentação ruminal foram avaliados utilizando-se 5 carneiros com peso médio de $52,10 \pm 13,16$ kg, canulados no rúmen, alojados, individualmente, em baias, com piso suspenso de madeira ripada, providas de bebedouros e comedouros, distribuídos em delineamento em quadrado latino 5x5

O experimento teve duração de 55 dias, e cada período foi de 11 dias, sendo 10 dias para adaptação às dietas e 1 dia para coleta de dados. Amostras de líquido ruminal (100 mL), foram coletadas imediatamente antes, 2, 4 e 6 horas após o fornecimento da alimentação da manhã e o pH do líquido ruminal foi aferido, imediatamente após as coletas, utilizando-se potenciômetro digital.

Para determinação da concentração do nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$), amostras de aproximadamente 25 mL de líquido ruminal foram filtradas em gaze e acondicionadas em recipiente contendo 1 mL de solução de ácido sulfúrico 1:1, sendo armazenados a -10 °C para análises posteriores. Após o descongelamento, as amostras foram destiladas com solução de KOH 2N, seguindo os procedimentos de Detmann et al. (2012) para determinação do nitrogênio total.

Uma alíquota de 50 mL de líquido ruminal foi misturado (1:1, v/v) com uma solução de 50% de formalina para posterior contagem do total de protozoários de acordo com o método descrito por Dehority (1998).

- *Análises Estatísticas*

Os dados obtidos dos experimentos de consumo e digestibilidade dos nutrientes balanço de nitrogênio e comportamento ingestivo foram analisados utilizando o PROC MIXED do software SAS 9.4, em um delineamento inteiramente casualizado, utilizando o seguinte modelo matemático:

$$Y_i = \mu + T_i + \varepsilon_i$$

Sendo μ a média geral, T_i é o efeito do tratamento, sendo efeito fixo e ε_i , o erro experimental.

A heterogeneidade das variâncias foi testada pelo comando REPEATED e usada quando significativa. Contrastes polinomiais foram utilizados para testar os efeitos linear e quadrático do fornecimento do óleo de palmiste na dieta de ovinos em todos os parâmetros avaliados, selecionando o contraste que melhor representa os dados pelo menor valor da raiz dos quadrados médios dos erros (Root mean square error - RMSE). O peso corporal inicial foi testado como covariável e utilizado quando significativo.

Para as variáveis de parâmetros de fermentação ruminal (experimento 3), utilizou-se o PROC MIXED para um delineamento quadrado latino, considerando período e animal como efeitos aleatórios, de acordo com os seguintes modelos matemáticos, sendo o primeiro modelo utilizado para a contagem de protozoários e o segundo para variáveis analisadas no tempo, como pH e concentração de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + a_j + p_k + \varepsilon_{ijk}$$

$$Y_{ijkl} = \mu + D_i + a_j + p_k + (D \times a \times p) + T_l + (D \times T) + \varepsilon_{ijkl}$$

Onde μ corresponde à média geral, D_i é a dieta, sendo este um efeito fixo, a_j corresponde ao animal, p_k é o efeito do período, considerado efeito aleatório, juntamente com o efeito de animal; T_l corresponde ao tempo, sendo efeito fixo e ε_{ijkl} , o erro experimental.

As variáveis de pH e nitrogênio amoniacal, foram avaliadas como medidas repetidas no tempo, utilizando-se o valor de AICC com o comando REPEATED para escolha da melhor estrutura da matriz do erro. Os graus de liberdade foram ajustados de acordo com Kenward-Roger, avaliando o efeito do tempo por meio de contrastes ortogonais.

O comando PROC NLIN foi utilizado para análise de resposta de platô linear observadas para variáveis relacionadas ao balanço de nitrogênio, utilizando como critério de seleção, o menor valor de RMSE entre os contrastes linear, quadrático e a resposta linear de platô. O efeito significativo foi declarado quando $P \leq 0,05$ e tendência quando $0,05 > P \leq 0,10$.

RESULTADOS

Houve redução no consumo de matéria seca ($P < 0,001$), minerais ($P < 0,001$), proteína bruta ($P < 0,001$), fibra em detergente neutro ($P < 0,001$), carboidratos não fibrosos ($P < 0,001$) e nutrientes digestíveis totais ($P < 0,001$) à medida que a inclusão do óleo de palmiste aumentou na dieta de cordeiros (Tabela 3).

Quando relacionado aos pesos corporal e metabólico, verificou-se efeito, com redução nos consumos de matéria seca ($P < 0,001$), proteína bruta ($P < 0,001$), fibra em detergente neutro ($P < 0,001$) e nutrientes digestíveis totais ($P < 0,001$) à medida que o nível de inclusão do óleo de palmiste aumentou.

Os consumos de extrato etéreo (Tabela 3), em gramas por dia ($P < 0,001$), e relacionados ao peso corporal ($P = 0,029$) e peso metabólico ($P = 0,007$) apresentaram efeito quadrático, com maior consumo deste nutriente em relação ao peso corporal quando o nível de inclusão de óleo de palmiste foi de 2,47%. Não foi possível determinar o nível de inclusão onde há o maior consumo de extrato etéreo quando avaliado em gramas por dia e relacionado ao peso metabólico, uma vez que estes encontram-se fora dos limites biológicos testados, impossibilitando fazer inferência além desses limites.

Tabela 3. Consumo de nutrientes, em g.dia⁻¹, e em relação aos pesos corporal e metabólico de cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste

Item ¹	Níveis ²					EPM	Significância ³	
	0	1,3	2,6	3,9	5,2		L	Q
Consumo de nutrientes (g.dia ⁻¹)								
MS	1113,0	1092,3	861,6	816,9	673,1	37,6	<0,001	0,679
MM	68,0	65,9	50,9	48,2	39,7	2,31	<0,001	0,942
PB	166,2	161,1	129,6	115,2	97,9	5,43	<0,001	0,726
EE	17,1	32,1	38,7	49,4	54,4	1,14	<0,001	<0,001
FDNcp	345,4	344,1	258,1	261,0	187,5	16,8	<0,001	0,393
CNF	516,3	489,2	384,3	343,1	293,3	14,5	<0,001	0,743
NDT	755,5	808,9	654,7	623,7	616,7	35,6	0,021	0,989
Consumo por peso corporal (g.kg ⁻¹)								
MS	34,0	31,9	27,2	25,8	20,5	0,93	<0,001	0,319
PB	5,09	4,72	4,10	3,65	2,93	0,14	<0,001	0,370
EE	0,52	0,94	1,21	1,55	1,76	0,04	<0,001	0,029
FDNcp	10,5	10,0	8,09	8,23	5,75	0,46	<0,001	0,183
CNF	15,8	14,3	12,2	10,9	8,89	0,37	<0,001	0,948
NDT	20,9	21,7	17,3	16,8	14,5	1,28	<0,001	0,654
Consumo por peso metabólico (g.kg ⁻¹ PC ^{0,75})								
MS	81,3	77,2	64,4	61,2	48,9	2,29	<0,001	0,399
PB	12,1	11,4	9,71	8,64	7,03	0,34	<0,001	0,446
EE	1,24	2,26	2,88	3,68	4,16	0,08	<0,001	0,003
FDNcp	25,1	24,3	19,3	19,6	13,5	1,12	<0,001	0,223
CNF	37,8	34,6	28,8	25,8	21,3	0,89	<0,001	0,960
NDT	51,3	53,6	42,9	41,5	36,0	3,18	<0,001	0,600

¹ MS – Matéria seca (% da matéria natural); MM – Matéria Mineral (% MS); PB – Proteína bruta (%MS); EE – Extrato etéreo (%MS); FDNcp – Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (%MS); CNF – Carboidratos não fibrosos (% MS); NDT – Nutrientes digestíveis totais (% MS);

² Níveis de inclusão de óleo de palmiste, 0 – sem inclusão de óleo de palmiste; 1,3 - adição de 1,3% de óleo de palmiste; 2,6 - adição de 2,6% de óleo de palmiste; 3,9 - adição de 3,9% de óleo de palmiste; 5,2 - adição de 5,2% de óleo de palmiste;

³ Nível de significância, L – linear; Q – quadrático

A proteína bruta ($P=0,202$) efetivamente consumida não foi afetada pela presença do óleo de palmiste na dieta de cordeiros. Verificou-se tendência de redução linear da fibra em detergente neutro efetivamente consumida ($P=0,207$) com o aumento dos níveis de inclusão do óleo de palmiste. Houve efeito da presença do óleo de palmiste na dieta, com redução no consumo efetivo de matéria mineral ($P=0,020$), carboidratos não fibrosos ($P=0,002$) e nutrientes digestíveis totais ($P<0,001$) efetivamente consumidos. O extrato etéreo efetivamente consumido apresentou efeito quadrático, com menor consumo quando o nível de inclusão de óleo de palmiste na dieta de cordeiros foi de 0,19%.

Tabela 4. Nutrientes efetivamente consumidos (%) por cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste

Item ¹	Níveis ²					EPM	Significância ³	
	0	1,3	2,6	3,9	5,2		L	Q
Nutrientes efetivamente consumidos (%CMS)								
MM	6,11	6,03	5,92	5,89	5,88	0,08	0,020	0,519
PB	14,9	14,8	15,1	14,1	14,4	0,38	0,202	0,932
EE	1,53	2,94	4,48	6,02	8,53	0,09	<0,001	0,002
FDNcp	30,8	31,4	29,8	31,9	27,2	1,22	0,094	0,157
CNF	46,6	44,8	44,6	42,0	44,0	0,78	0,002	0,135
NDT	67,3	71,7	76,1	79,1	78,7	1,68	<0,001	0,096

¹ MS – Matéria seca (% da matéria natural); MM – Matéria Mineral (% MS); PB – Proteína bruta (%MS); EE – Extrato etéreo (%MS); FDNcp – Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (%MS); CNF – Carboidratos não fibrosos (% MS); NDT – Nutrientes digestíveis totais (% MS);

²Níveis de inclusão de óleo de palmiste, 0 – sem inclusão de óleo de palmiste; 1,3 - adição de 1,3% de óleo de palmiste; 2,6 - adição de 2,6% de óleo de palmiste; 3,9 - adição de 3,9% de óleo de palmiste; 5,2 - adição de 5,2% de óleo de palmiste;

³ Nível de significância, L – linear; Q – quadrático.

As variáveis de peso final ($P=0,061$), ganho de peso total ($P=0,058$) e ganho médio diário ($P=0,057$) apresentaram tendência de redução linear à medida que o nível de óleo de palmiste da dieta aumentou, observando também efeito linear

decrecente para a conversão alimentar, com melhor conversão para os animais alimentados com dietas contendo o maior nível de inclusão de óleo de palmiste ($P=0,001$) (Tabela 5).

Tabela 5. Desempenho produtivo de cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste

Item ¹	Níveis ²					EPM	Significância ³	
	0	1,3	2,6	3,9	5,2		L	Q
PI (kg)	25,10	26,85	26,40	26,48	23,83	-	-	-
PF (kg)	40,12	42,68	37,94	37,44	39,02	1,22	0,061	0,629
GPT (kg)	14,40	16,92	12,20	11,70	13,32	1,19	0,058	0,589
GMD (kg)	0,18	0,21	0,15	0,14	0,16	0,01	0,057	0,593
CA (kg/kg)	6,91	5,39	6,40	5,73	4,05	0,51	0,001	0,445

¹ PI – Peso inicial; PF – Peso final; GPT – ganho de peso total; GMD – ganho médio diário; CA – conversão alimentar;

² Níveis de inclusão de óleo de palmiste, 0 – sem inclusão de óleo de palmiste; 1,3 - adição de 1,3% de óleo de palmiste; 2,6 - adição de 2,6% de óleo de palmiste; 3,9 - adição de 3,9% de óleo de palmiste; 5,2 - adição de 5,2% de óleo de palmiste;

³ Nível de significância, L – linear; Q – quadrático

Verificou-se diminuição nos valores de pH do líquido ruminal conforme o tempo após a ingestão de alimentos aumentou (zero para 6 horas após a alimentação) ($P<0,001$) (Figura 1).

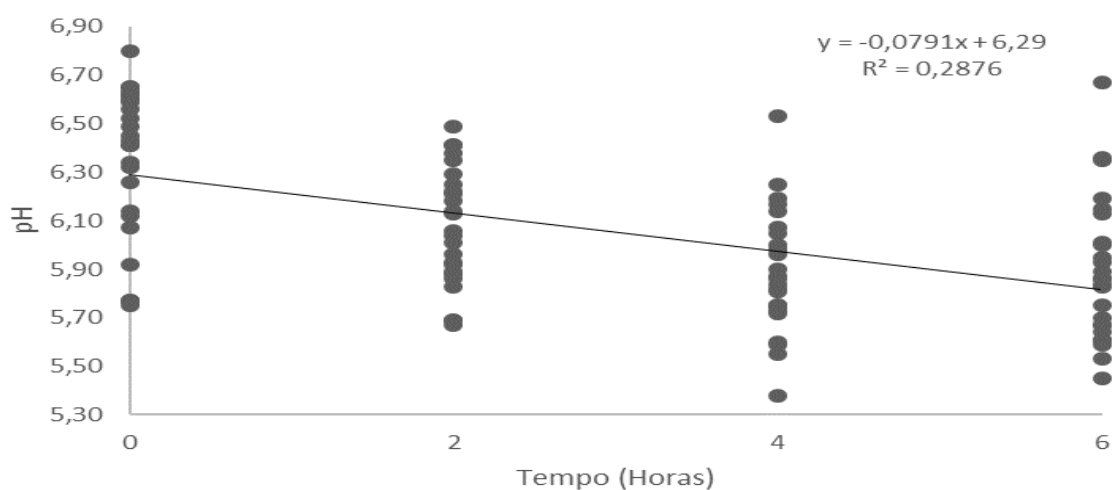


Figura 1. Efeito do tempo de alimentação sobre o pH do líquido ruminal de cordeiros alimentados com dietas contendo níveis de óleo de palmiste

A presença do óleo de palmiste na dieta de cordeiros não afetou o pH do líquido ruminal de cordeiros ($P=0,566$) e a concentração de nitrogênio amoniacal ($P=0,852$) não foi influenciada pela presença desta fonte de lipídeos, conforme observado na Tabela 6. Entretanto, com a presença do óleo de palmiste na dieta, houve redução linear na contagem total de protozoários ($P=0,002$) do líquido ruminal de cordeiros.

Tabela 6. Parâmetros de fermentação ruminal e coeficiente de digestibilidade dos nutrientes (%) em cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste

Item ¹	Níveis ²					EPM	Significância ³	
	0	1,3	2,6	3,9	5,2		L	Q
Fermentação Ruminal								
pH	6,10	5,99	5,93	6,08	6,16	0,11	0,566	0,161
N-NH ₃	18,7	17,5	19,0	17,1	19,2	1,89	0,852	0,747
Protozoários	8,87	14,3	4,52	3,00	0,72	1,47	0,002	0,375
Coeficientes de digestibilidade (%)								
MS	68,9	72,3	74,5	75,5	74,1	1,78	0,035	0,134
PB	69,8	74,3	77,6	79,6	78,3	1,60	<0,001	0,053
EE	63,4	81,2	88,4	94,1	94,2	1,12	<0,001	<0,001
FDNcp	40,6	47,2	47,1	51,7	42,2	4,03	0,209	0,259
CNF	88,8	89,8	90,4	89,7	88,0	0,73	0,648	0,071
NDT	67,3	71,7	76,1	79,1	76,7	1,67	<0,001	0,096

¹MS – Matéria seca (% da matéria natural); MO – Matéria Orgânica (% MS); PB – Proteína bruta (%MS); EE – Extrato etéreo (%MS); FDNcp – Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (%MS); CNF – Carboidratos não fibrosos (% MS); NDT – Nutrientes digestíveis totais (% MS); N-NH₃ – nitrogênio amoniacal (mg.dL⁻¹); Contagem de protozoários – 10⁵/ml de líquido ruminal;

²Níveis de inclusão de óleo de palmiste, 0 – sem inclusão de óleo de palmiste; 1,3 - adição de 1,3% de óleo de palmiste; 2,6 - adição de 2,6% de óleo de palmiste; 3,9 - adição de 3,9% de óleo de palmiste; 5,2 - adição de 5,2% de óleo de palmiste;

³ Nível de significância, L – linear; Q- quadrático

O coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro ($P=0,209$) não foi influenciada pela presença do óleo de palmiste na dieta de cordeiros em terminação. Houve tendência de efeito quadrático da presença do óleo de palmiste sobre o coeficiente de digestibilidade dos carboidratos não fibrosos ($P=0,071$) (Tabela 6).

Verificou-se aumento linear nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca ($P=0,035$), proteína bruta ($P<0,001$) e nutrientes digestíveis totais ($P<0,001$). Houve efeito quadrático da presença de óleo de palmiste sobre o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo, com maior digestibilidade quando o nível de inclusão foi de 5,2% de óleo de palmiste. Não foi possível determinar o nível máximo de inclusão desta fonte de ácidos graxos em que houve maior digestibilidade, visto que os valores observados estão acima dos níveis biológico avaliados.

A presença do óleo de palmiste na dieta reduziu o nitrogênio retido por cordeiros até o nível de inclusão de 2,62% deste ácido graxo na dieta de cordeiros (Figura 2), havendo estabilização em seus valores à medida que a concentração do óleo de palmiste aumentou até o nível de inclusão de 5,2%.

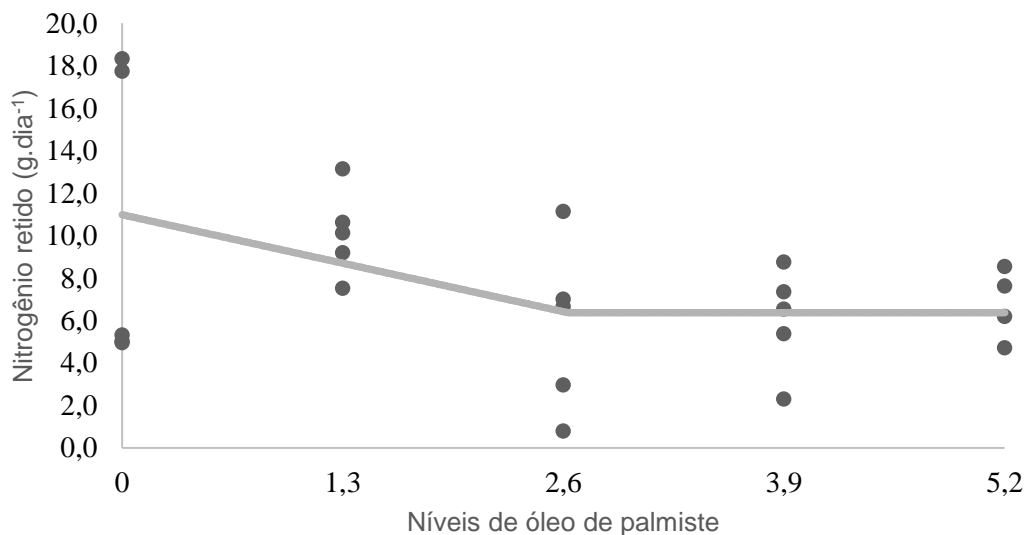


Figura 2. Efeito dos níveis de óleo de palmiste sobre o nitrogênio retido por cordeiros.
 $\forall x \leq 2,62 \ Y = 6,380$
 $\forall x > 2,62 \ Y = 6,38 + 1,7546 * (2,6272 - X)$
 RMSE = 3,963

Não houve efeito da presença do óleo de palmiste sobre a eficiência de produção de proteína microbiana ($P=0,142$) de cordeiros (Tabela 7). À medida que se aumentou o nível de fornecimento de óleo de palmiste na dieta, verificou-se redução no consumo de nitrogênio ($P<0,001$), excreção de nitrogênio fecal ($P<0,001$) e produção de proteína microbiana ($P<0,001$).

Verificou-se efeito quadrático para a excreção de nitrogênio urinário ($P=0,048$), com maior excreção de nitrogênio urinário quando o nível de inclusão de óleo de palmiste na dieta foi de 5,2%. Contudo, não foi possível determinar o nível de inclusão de óleo de palmiste em que houve a maior excreção, visto que o valor observado está acima dos níveis biológicos avaliados.

Tabela 7. Balanço de nitrogênio, produção e eficiência de produção de proteína microbiana de cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste

Item	Níveis ¹					EPM	Significância ²	
	0	1,3	2,6	3,9	5,2		L	Q
Balanço de Nitrogênio (g.dia ⁻¹)								
Consumo N	26,8	27,0	21,4	18,3	18,2	1,10	<0,001	0,730
N fecal	8,01	6,93	4,83	3,73	3,67	0,45	<0,001	0,086
N urinário	8,55	9,99	10,9	8,46	7,64	0,99	0,298	0,048
N retido	10,3	10,1	5,72	6,07	6,77	1,86	0,082	0,369
Proteína Microbiana (g.dia ⁻¹)								
Produção	38,0	33,5	28,1	23,9	19,8	2,83	<0,001	0,579
Eficiência	45,5	41,5	43,3	38,6	37,2	3,97	0,142	0,933

¹ Níveis de inclusão de óleo de palmiste, 0 – sem inclusão de óleo de palmiste; 1,3 - adição de 1,3% de óleo de palmiste; 2,6 - adição de 2,6% de óleo de palmiste; 3,9 - adição de 3,9% de óleo de palmiste; 5,2 - adição de 5,2% de óleo de palmiste;

² Nível de significância, L – linear; Q- quadrático

As concentrações séricas de proteínas totais ($P=0,860$), albuminas ($P=0,574$), globulinas ($P=0,736$), triglicérides ($P=0,144$) e a relação entre albuminas e globulinas ($P=0,593$), além das concentrações enzimáticas de aspartato-aminotransferase ($P=0,308$) e alanina-aminotransferase ($P=0,230$) não foram afetadas pelo aumento nos níveis de óleo de palmiste na dieta de cordeiros (Tabela 8).

Observou-se efeito da presença do óleo de palmiste sobre a concentração sérica de colesterol ($P<0,001$) que aumentou com a elevação dos níveis desta fonte de lipídeos na dieta. Por outro lado, observou-se redução da concentração enzimática de gama- glutamiltransferase ($P=0,048$) conforme a concentração do óleo de palmiste na dieta de cordeiros foi maior.

Tabela 8. Concentrações séricas de metabólitos sanguíneos e enzimas plasmáticas de cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste

Item ¹	Níveis ²					EPM	Significância ³	
	0	1,3	2,6	3,9	5,2		L	Q
Proteínas (g/dL)	7,60	7,59	7,91	7,48	7,61	0,16	0,860	0,962
Albuminas (g/dL)	3,43	3,91	3,45	3,37	3,53	0,18	0,574	0,706
Globulinas (g/dL)	4,17	3,68	4,24	4,11	4,08	0,24	0,736	0,786
Relação A:G	0,83	1,14	0,91	0,84	0,88	0,12	0,593	0,401
Colesterol (mg/dL)	53,7	72,7	91,5	80,7	91,5	7,18	<0,001	0,095
Triglicérides (mg/dL)	15,2	13,2	15,7	17,4	17,9	2,02	0,144	0,583
GGT (UI/L)	49,2	52,2	44,7	45,5	44,4	2,49	0,048	0,999
AST (UI/L)	79,0	66,2	84,2	85,3	76,2	7,52	0,308	0,469
ALT (UI/L)	12,4	11,5	15,3	14,8	14,4	2,07	0,230	0,229

¹ Proteínas – concentração de proteínas totais; Relação A:G – relação entre albumina e globulina; GGT – enzima gama-glutamil transferase; AST – enzima aspartato- aminotransferase; ALT – enzima alanina-aminotransferase; ² Níveis de inclusão de óleo de palmiste, 0 – sem inclusão de óleo de palmiste; 1,3 - adição de 1,3% de óleo de palmiste; 2,6 - adição de 2,6% de óleo de palmiste; 3,9 - adição de 3,9% de óleo de palmiste; 5,2 - adição de 5,2% de óleo de palmiste;; ³ Nível de significância, L – linear; Q- quadrático

A presença do óleo de palmiste na dieta de cordeiros não afetou os tempos gastos com as atividades de ruminação e ócio medidas em minutos por dia ($P=0,724$ para ruminação e $P=0,843$ para ócio), percentual de tempo gasto em relação ao tempo total de avaliação ($P=0,723$ para ruminação e $P=0,848$ para ócio) e frequência de realização destas atividades ($P=0,724$ para ruminação e $0,848$ para ócio (Tabela 9).

Observou-se tendência de aumento linear para o tempo gasto com alimentação em minutos por dia ($P=0,078$), percentual de tempo ($P=0,078$) e frequência de realização da atividade ($P=0,078$) e número de mastigações por bolo alimentar ($P=0,066$).

Tabela 9. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste

Item	Níveis ¹					EPM	Significância ²	
	0	1,3	2,6	3,9	5,2		L	Q
Consumo (g.d ⁻¹)								
MS	1117,1	1127,9	863,5	789,5	692,4	65,5	<0,001	0,919
FDN	324,9	371,1	259,5	254,4	209,5	23,5	<0,001	0,404
Comportamento ingestivo (Minutos.dia ⁻¹)								
Alimentação	208	183	219	270	230	21,7	0,078	0,857
Ruminação	475	461	533	483	446	31,8	0,724	0,174
Ócio	757	796	688	687	798	42,2	0,843	0,130
Comportamento ingestivo (%)								
Alimentação	14,4	12,7	15,2	18,7	16,0	1,51	0,078	0,858
Ruminação	32,9	32,0	37,0	33,5	30,9	2,21	0,723	0,174
Ócio	52,6	55,3	47,8	47,7	55,4	3,06	0,848	0,143
Comportamento ingestivo (Frequência)								
Alimentação	41,6	36,6	43,8	54,0	46,0	4,34	0,078	0,857
Ruminação	95,0	92,2	106,6	96,6	89,2	6,37	0,724	0,174
Ócio	151,4	159,2	137,6	137,4	159,6	8,81	0,848	0,143
Mastigação								
Nº/bolo	55,2	50,0	57,7	65,3	66,5	2,81	0,066	0,589
Seg./bolo	41,4	38,9	46,1	47,9	43,8	1,69	0,282	0,555
Eficiência de Alimentação (g.h ⁻¹)								
MS	337,8	338,3	237,1	177,9	247,8	37,0	0,008	0,201
FDN	112,0	137,9	71,1	57,2	73,4	14,3	0,018	0,595
Eficiência de Ruminação (g.h ⁻¹)								
MS	141,7	148,2	98,3	99,8	92,6	8,57	<0,001	0,463
FDN	45,4	48,8	29,2	32,1	27,7	2,83	<0,001	0,538

¹ Níveis de inclusão de óleo de palmiste, 0 – sem inclusão de óleo de palmiste; 1,3 - adição de 1,3% de óleo de palmiste; 2,6 - adição de 2,6% de óleo de palmiste; 3,9 - adição de 3,9% de óleo de palmiste; 5,2 - adição de 5,2% de óleo de palmiste; ² Nível de significância, L – linear; Q- quadrático

A eficiência de alimentação, tanto em gramas de matéria seca ingerida por hora (P=0,008), quanto em gramas de fibra em detergente neutro por hora (P=0,018), bem

como a eficiência de ruminação, em gramas de matéria seca por hora ($P < 0,001$) e fibra em detergente neutro ($P < 0,001$) diminuíram linearmente com a inclusão de óleo de palmiste na dieta de cordeiros.

DISCUSSÃO

A redução no consumo de matéria seca total observada no presente estudo causou diminuição na ingestão de nutrientes pelos animais à medida que o nível de inclusão de óleo de palmiste aumentou. Allen (2000) destaca que o consumo de matéria seca total está ligado diretamente tanto às características físico-químicas dos alimentos quanto ao uso de gordura suplementar na dieta de ruminantes, que podem provocar redução no consumo de matéria seca e, conseqüentemente, dos demais nutrientes. Apesar de não estar totalmente esclarecido, o mesmo autor sugere que tal regulação no consumo pode estar relacionada com os efeitos da gordura sobre a fermentação e motilidade do rúmen, aceitabilidade das dietas, liberação de hormônios intestinais como a colecistocinina que atuam sobre o centro de controle da saciedade e também o efeito da oxidação dos lipídeos no fígado.

De acordo com Mishra, Dubey e Ghosh (2016), a colecistocinina é secretada em resposta à presença de lipídeos, atuando principalmente no estímulo à secreção de enzimas pancreáticas, contração da vesícula biliar, inibição do esvaziamento gástrico, modulação da motilidade ruminal, além de causar saciedade ao final da ingestão de alimentos (GEARY, 2018).

O efeito observado sobre o aumento no consumo de extrato etéreo é resultado do aumento do fornecimento de gordura nas dietas conforme o nível de inclusão de óleo de palmiste se elevou, com conseqüente aumento nas concentrações e disponibilidade de extrato etéreo para consumo pelos animais, apesar da redução no consumo de matéria seca. De acordo com o NRC (2007), fatores como quantidade de lipídeos disponíveis no rúmen, além de sua composição em ácidos graxos influenciam a digestibilidade destes próprios ou de outros lipídeos, fato verificado neste estudo onde o aumento nas concentrações de óleo de palmiste na dieta de ovinos promoveu aumento na digestibilidade deste nutriente. De forma semelhante ao observado neste estudo e confirmando o supracitado, Peixoto et al. (2017) verificaram aumento no

consumo e digestibilidade do extrato etéreo quando o nível de óleo residual de fritura na dieta de ovinos passou de zero para 80 g/kg de matéria seca.

A tendência de redução nas variáveis de peso final, ganho de peso total e ganho médio diário podem estar relacionados com a redução no consumo de matéria seca observado quando a concentração de óleo de palmiste aumentou na dieta de cordeiros.

A conversão alimentar é a relação entre o consumo de matéria seca e o ganho de peso do animal, onde a redução nos valores desta relação indicam melhor aproveitamento da dieta ingerida. No presente estudo, observou-se melhoria na conversão alimentar à medida que o nível de óleo de palmiste na dieta aumentou. Tal efeito está relacionado com a redução no consumo de matéria seca e melhor aproveitamento da dieta, em termos de digestibilidade dos nutrientes, causado pela maior densidade energética conforme a presença de óleo de palmiste aumentou.

A gordura é um potente estimulador da liberação da colecistocinina, existindo evidências que tal hormônio atue sobre o centro da saciedade, suprimindo o consumo de alimentos, com diminuição da motilidade ruminal (ALLEN, 2000). A diminuição da motilidade ruminal levaria ao aumento do tempo de permanência do alimento neste compartimento, com maior aproveitamento da dieta como um todo pelos microrganismos ruminais e animal, melhorando, dessa forma, a conversão alimentar.

A digestibilidade da matéria seca foi influenciada pela presença do óleo de palmiste na dieta de ovinos em crescimento. De acordo com Mertens (1993), o processo de digestão é dependente do tempo, verificando influência da taxa de passagem sobre a digestibilidade dos nutrientes. Aliado à taxa de passagem, a utilização de substratos como fonte de energia pode causar modificações na população microbiana (MERTENS, 1993), como é o caso dos ácidos graxos presentes no óleo de palmiste, estando relacionada com a redução na população de protozoários (FACIOLA & BRODERICK, 2013).

Com base no que foi exposto, supõe-se que a presença do óleo de palmiste na dieta de cordeiros até o nível de 5,2% da matéria seca causou diminuição na população de microrganismos ruminais, sobretudo protozoários, o que, associado ao efeito secundário desta fonte de ácidos graxos sobre a motilidade ruminal, e conseqüentemente, taxa de passagem do alimento, tiveram maior tempo para atuar sobre o alimento ingerido, o que levou ao aumento da digestibilidade da matéria seca, conforme o nível de óleo de palmiste na dieta aumentou.

O óleo de palmiste é uma fonte de lipídeos rica em ácidos graxos de cadeia média, dentre estes, o ácido láurico é o mais representativo. O ácido láurico, por ser um ácido graxo de cadeia média e apresentar características semelhantes aos ácidos graxos poliinsaturados, no que diz respeito à sua toxicidade sobre certos grupos de microrganismos ruminais como bactérias gram-positivas, metanogênicas e protozoários (PALMQUIST & MATTOS, 2011), pode ser adsorvido à superfície microbiana e incorporado à membrana promovendo alterações em sua permeabilidade e fluidicidade (KOZLOSKI, 2016), levando à desestabilização da membrana, o que pode prejudicar o desenvolvimento microbiano. Sua presença em altas quantidades no rúmen poderia causar uma diminuição na população de bactérias gram-positivas, afetando principalmente as bactérias fibrolíticas, o que levaria a diminuição da digestibilidade da fibra. Contudo, a falta de efeito observado neste estudo sobre a digestibilidade da fibra pode estar relacionada a fatores como diminuição do consumo observada com o aumento da inclusão de óleo de palmiste, associada ao efeito sobre a motilidade ruminal e taxa de passagem, já que a diminuição na população de bactérias fibrolíticas associada à diminuição da motilidade ruminal (ALLEN, 2000) poderiam aumentar o tempo de retenção da fibra no ambiente ruminal, o que aumentaria o tempo de exposição desta aos microrganismos ali presentes nas dietas com maior concentração de óleo de palmiste, eliminando, assim, o efeito desta fonte de ácidos graxos sobre a digestibilidade da fibra.

A diminuição no consumo de nitrogênio está associada à redução no consumo de matéria seca pelos animais com o aumento na concentração de óleo de palmiste (Tabela 4), visto que as dietas utilizadas nos ensaios experimentais eram isoproteicas. Em situações de baixo consumo de nitrogênio ocorre maior reciclagem do nitrogênio metabolizado na forma de ureia, o que pode levar à diminuição na excreção fecal pelo maior aproveitamento pelo animal (VAN SOEST, 1994), verificado no presente trabalho.

Uma vez que a digestibilidade da proteína bruta aumentou com a elevação do nível de óleo de palmiste, houve, conseqüentemente, diminuição na excreção de nitrogênio nas fezes, pelo maior aproveitamento deste nutriente pelo animal devido à menor quantidade de proteína consumida, concordando com Hristov et al. (2011) que observaram redução na excreção fecal de nitrogênio quando os animais receberam dieta rica em ácidos graxos de cadeia média, como o ácido láurico, em comparação a outros ácidos graxos de cadeia média e longa.

A excreção de nitrogênio urinário está relacionada com a quantidade de nitrogênio ingerida pelo animal, sendo maior à medida que o consumo deste nutriente aumenta. A quantidade de ureia reciclada no organismo do ruminante é relativamente constante, devido à existência de controle fisiológico de sua homeostasia, sendo independente do nitrogênio dietético (VAN SOEST, 1994). Sendo assim, em situações em que ocorre diminuição no consumo de nitrogênio, grande parte deste é metabolizado pelo organismo para atendimento das exigências do animal, diminuindo a quantidade excretada na urina, corroborando com Van Soest (1994).

A diminuição no consumo de nitrogênio, associado com aumento da retenção deste nutriente pelo organismo, refletido na diminuição da excreção de nitrogênio tanto nas fezes quanto na urina causou efeitos no nitrogênio retido por ovinos. À medida que o nível de inclusão de óleo de palmiste foi superior a 2,62%, o aumento na retenção de nitrogênio no organismo para manutenção dos níveis fisiológicos (VAN SOEST, 1994) promoveu estabilização do balanço de nitrogênio, mesmo com a redução no consumo deste nutriente.

A síntese de proteína microbiana apresentou redução à medida que o nível de inclusão de óleo de palmiste aumentou. Os microrganismos ruminais necessitam ambiente ótimo para seu adequado desenvolvimento e fatores relacionados à dieta como sua característica química, nível de consumo, entre outros (HOOVER; STOKES, 1991) afetam a produção de proteína microbiana, além do efeito tóxico do óleo de palmiste sobre os microrganismos ruminais (HRISTOV et al., 2009), e diminuição no consumo de nitrogênio, conforme a presença do óleo de palmiste aumentou na dieta.

Apesar do efeito sobre a produção de proteína microbiana, a eficiência de produção de proteína microbiana não foi afetada pela presença desta fonte de ácidos graxos na dieta dos animais. A eficiência de produção de proteína microbiana tem íntima relação com a quantidade de proteína microbiana que alcança o intestino delgado e o aumento na concentração de compostos nitrogenados no soro e urina indicam redução na eficiência de produção (AGUIAR et al.; 2015). Com isto, mesmo havendo redução na ingestão e diminuição da produção de proteína microbiana, o aumento do nitrogênio retido favoreceu a eficiência de síntese de proteína microbiana.

A otimização do rendimento ou eficiência microbiana necessita de utilização ideal de nitrogênio e energia, obtida através da manipulação e controle do fluxo ruminal (VAN SOEST, 1994) e o efeito do óleo de palmiste sobre protozoários (FACIOLA et al. 2013; DEWHURST; DAVIES & MERRY, 2000) diminui a perda de

nitrogênio no ambiente ruminal causada pela utilização de proteína pelos protozoários e efeito predatório destes sobre as bactérias ruminais (NGUYEN; NGUYEN; HEGARTY, 2020). Desta forma, mesmo sendo verificada diminuição no consumo de nitrogênio com a presença do óleo de palmiste, a eficiência de produção de proteína microbiana permaneceu inalterada devido a maior disponibilidade de nitrogênio e diminuição nas perdas de nitrogênio no ambiente ruminal.

A presença do óleo de palmiste não modificou o pH do líquido ruminal, observando alteração deste apenas com o avançar do tempo após a alimentação, conforme observado na Figura 1. O pH ruminal pode ser afetado por diversos fatores, entre eles a dieta (BANNINK et al., 2008), principalmente no que diz respeito à proporção de carboidratos rapidamente fermentáveis, presentes nos alimentos concentrados. A ausência efeitos do óleo de palmiste sobre o pH do fluido ruminal é esperada, diante da incapacidade dos ácidos graxos em promover modificação de tal variável.

A presença do óleo de palmiste afetou a população de protozoários no líquido ruminal de ovinos. Conforme verificado na literatura, a presença de fontes de ácido graxo, especialmente ricas em ácido láurico, podem causar redução na população de protozoários no rúmen por seu efeito tóxico sobre tais microrganismos (MACHMÜLLER & KREUZER, 1999; DOHME et al., 2000; HRISTOV et al., 2009; ADELUSI et al., 2015). Este efeito tem íntima relação com a ação deste ácido graxo sobre a membrana plasmática, visto que o ácido láurico pode ser adsorvido e incorporado à membrana (KOZLOSKI, 2016), com alteração nas suas características, causando, desta forma, prejuízos ao desenvolvimento microbiano. Uma vez que a presença de protozoários no ambiente ruminal tem íntima relação perdas energéticas na forma de metano (NGUYEN; NGUYEN; HEGARTY, 2020), a diminuição destes no ambiente ruminal pode aumentar a eficiência de aproveitamento do alimento, pela diminuição das perdas energéticas.

A concentração plasmática de colesterol aumentou com a maior inclusão de óleo de palmiste na dieta. Segundo Mayes & Botham (2003), a presença de fontes de ácidos graxos saturados como é o caso do óleo de palmiste na dieta promove a formação de partículas de VLDL de menor tamanho, que são utilizadas pelos tecidos extra-hepáticos mais lentamente quando comparado a partículas maiores e a diminuição nas taxas de absorção pelos tecidos poderia aumentar o colesterol circulante, causando aumento nas concentrações séricas deste componente em

ovinos alimentados com dietas contendo níveis de óleo de palmiste. Bhatt et al. (2011) verificaram aumento nas concentrações séricas de colesterol de 75 mg/100 ml para 121 mg/100 ml quando a presença de óleo de coco na dieta de cordeiros aumentou de zero para 75 g/kg de matéria seca.

A concentração sérica da enzima gama- glutamiltransferase foi afetada pela presença de óleo de palmiste na dieta de cordeiros. Esta enzima normalmente está associada a condições do fígado, estando particularmente ligada a danos ocorridos neste órgão em longo prazo, de acordo com Kerr (2002), contudo, os valores observados continuam dentro do limite aceitável para a espécie que é abaixo de 60 UI/L (MEYER & HARVEY, 2004).

O tempo gasto com alimentação, quando medido em minutos por dia não sofreu alteração pela presença do óleo de palmiste na dieta. Entretanto, foi possível verificar aumento significativo nesta mesma atividade comportamental quando a relação levou em consideração o tempo gasto para ingestão de matéria seca e fibra em detergente neutro. A presença do óleo de palmiste na dieta causou a redução do consumo de alimentos, e tal redução pode estar associada à diminuição na porção concentrada da dieta pelo efeito que a presença do óleo de palmiste pode exercer sobre a aceitabilidade do alimento pelos animais (DOHME et al., 2004), podendo ter causado diminuição no consumo desta fração da dieta com preferência pelo alimento volumoso, o que aumentou o tempo gasto com esta atividade, possivelmente pela seleção e ingestão do alimento fibroso.

Ambas as eficiências de alimentação (g MS/h) e ruminação (g MS/h e g FDN/h) foram influenciadas pela presença do óleo de palmiste nas dietas de cordeiros, diminuindo à medida que se acrescentou ácido láurico na dieta, estando tais eficiências ligadas à redução nos consumos de matéria seca e fibra.

CONCLUSÃO

O óleo de palmiste pode ser fornecido na dieta de ovinos até o nível de 5,2% de inclusão, com melhoria na digestibilidade dos nutrientes. A presença do óleo de palmiste na dieta melhorou a conversão alimentar e reduziu o balanço de nitrogênio, com diminuição na população de protozoários totais no líquido ruminal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADELUSI, O. O.; ONWUKA, C. F. I.; ANIFOWOSE, I. O.; OJO, V. O. A.; YUSUF, K. O. Effects of mixtures of coconut and palm kernel oil on the rumen fermentation parameters and microbial population of cattle. **Livestock Research for Rural Development**, v. 27, n. 7, p. 1- 7, 2015.

AGUIAR, M. S. M.; SILVA, F. F.; DONATO, S. L. R.; SCHIO, A. R.; SOUZA, D. D.; MENESES, M. A.; LÉDO, A. A. Síntese de proteína microbiana e concentração de ureia em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira *Opuntia*. **Semina: Ciências Agrárias**, [S.L.], v. 36, n. 2, p. 999-1012, 22 abr. 2015. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n2p999>.

ALLEN, M. S. Effects of Diet on Short-Term Regulation of Feed Intake by Lactating Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 7, p.1598-1624, 2000. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(00\)75030-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(00)75030-2).

BANNINK, A.; FRANCE, J.; LOPEZ, S.; GERRITS, W. J. J; KREBEAB, E.; TAMMINGA, S.; DIJKSTRA, J. Modelling the implications of feeding strategy on rumen fermentation and functioning of the rumen wall. **Animal Feed Science and Technology**, v. 143, n. 1-4, p.3-26, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.05.002>.

BHATT, R. S.; SOREN, N. M.; TRIPATHI, M. K.; KARIM, S. A. Effects of different levels of coconut oil supplementation on performance, digestibility, rumen fermentation and carcass traits of Malpura lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 164, n. 1-2, p.29-37, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.11.021>.

BOZZOLO, G.; BOUILLIER-LOUDOT, M.; CANDAU, M. Effect of coconut oil in the post-weaning starter diet on growth and carcass qualities of male lambs, weaned early and intensively fattened in winter. **Reproduction Nutrition Development**, v. 33, n. 2, p.165-181, 1993. <http://dx.doi.org/10.1051/rnd:19930209>.

BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CASALI, A. D. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p.236-242, 2000. <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982000000100031>.

CHEN, X. B.; GOMES, M. J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives: an overview of technical details**. Aberdeen, Uk: Rowett Research Institute, 21 p. 1992. Occasional publication.

DEHORITY, B. A.; TIRABASSO, P. A. Effect of ruminal cellulolytic bacterial concentrations on in situ digestion of forage cellulose. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2905-2911, 1998. <https://doi.org/10.2527/1998.76112905x>

DEMEYER, D. I.; VAN NEVEL, C. J. Effect of defaunation on the metabolism of rumen micro-organisms. **British Journal of Nutrition**, v. 42, n. 3, p.515-524, 1979. <http://dx.doi.org/10.1079/bjn19790143>.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para análise de alimentos**: INCT - CIÊNCIA ANIMAL. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214 p. 2012.

DEWHURST, R. J.; DAVIES, D. R.; MERRY, R. J. Microbial protein supply from the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v. 1, n. 85, p.1-21, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(00\)00139-5](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00139-5)

DOHME, F.; MACHMÜLLER, A.; WASSERFALLEN, A.; KREUZER, M. Comparative efficiency of various fats rich in medium-chain fatty acids to suppress ruminal methanogenesis as measured with RUSITEC. **Canadian Journal of Animal Science**, v.80, p.473–482, 2000. <https://doi.org/10.4141/A99-113>

DOHME, F.; MACHMÜLLER, A.; SUTTER, F.; KREUZER, M. Digestive and metabolic utilization of lauric, myristic and stearic acid in cows, and associated effects on milk fat quality. **Archives of Animal Nutrition**, v. 58, n. 2, p.99-116, 2004. <http://dx.doi.org/10.1080/00039420410001667485>.

FACIOLA, A. P.; BRODERICK, G. A.; HRISTOV, A.; LEÃO, M. I. Effects of lauric acid on ruminal protozoal numbers and fermentation pattern and milk production in lactating dairy cows¹. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 1, p.363-373, 2013. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2012-5168>.

FACIOLA, A. P.; BRODERICK, G. A. Effects of feeding lauric acid on ruminal protozoa numbers, fermentation, and digestion and on milk production in dairy cows¹. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 5, p.2243-2253, 2013. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2012-5169>.

FREITAS, T. B.; FELIX, T. L.; PEDREIRA, M. S.; SILVA, R. R.; SILVA, F. F.; SILVA, H. G. O.; MOREIRA, B. S. Effects of increasing palm kernel cake inclusion in supplements fed to grazing lambs on growth performance, carcass characteristics, and fatty acid profile. **Animal Feed Science and Technology**, v. 226, p.71-80, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.02.009>.

GEARY, N. Cholecystokinin (CCK). **Encyclopedia Of Endocrine Diseases**, [S.L.], p. 529-533, 2018. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-801238-3.95866-5>.

GIRÓN, J. E. P.; RESTREPO, M. L. P.; FORNAGUERA, J. E. Carulla. Supplementation with corn oil and palm kernel oil to grazing cows: ruminal fermentation, milk yield, and fatty acid profile. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [S.L.], v. 45, n. 11, p. 693-703, nov. 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-92902016001100008>.

GOMES, R. C.; SANTANA, M. H. A.; FERRAZ, J. B. S.; LEME, P. R.; SILVA, S. L. **Ingestão de alimentos e eficiência alimentar de bovinos e ovinos de corte**: Metodologia de avaliação e instalações paraviabilizar a colheita de dados na fase pós-desmama. Ribeirão Preto - Sp: Funpec, 76 p. 2011.

HOOVER, W.H.; STOKES, S.R. Balancing Carbohydrates and Proteins for Optimum Rumen Microbial Yield. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 74, n. 10, p. 3630-3644,

out. 1991. American Dairy Science Association. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(91\)78553-6](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(91)78553-6).

HRISTOV, A. N.; GRANDEEN, K. L.; ROPP, J. K.; MCGUIRE, M. A. Effect of Sodium Laurate on Ruminal Fermentation and Utilization of Ruminal Ammonia Nitrogen for Milk Protein Synthesis in Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 6, p.1820-1831, 2004. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(04\)73339-1](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(04)73339-1).

HRISTOV, A. N.; VANDER POL, M.; AGLE, M.; ZAMAN, S.; SCHNEIDER, C.; NDEGWA, P.; VADDELLA, V. K.; JOHNSON, K.; SHINGFIELD, K. J.; KARNATI, S. R. K. Effect of lauric acid and coconut oil on ruminal fermentation, digestion, ammonia losses from manure, and milk fatty acid composition in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 11, p.5561-5582, 2009. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2383>.

HRISTOV, A. N.; LEE, C.; CASSIDY, T.; LONG, M.; HEYLER, K.; CORL, B.; FORSTER, R. Effects of lauric and myristic acids on ruminal fermentation, production, and milk fatty acid composition in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 1, p.382-395, 2011. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2010-3508>.

JOHNSON, T. R.; COMBS, D. K. Effects of Prepartum Diet, Inert Rumen Bulk, and Dietary Polyethylene Glycol on Dry Matter Intake of Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 3, p.933-944, 1991. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(91\)78243-x](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(91)78243-x).

KABARA, J. J. Toxicological, bacteriocidal and fungicidal properties of fatty acids and some derivatives. **Journal of The American Oil Chemists' Society**, v. 56, n. 111, p.760-767, 1979. <http://dx.doi.org/10.1007/bf02667439>.

KERR, M. G. **Veterinary laboratory medicine: CLINICAL BIOCHEMISTRY AND HAEMATOLOGY**. 2. ed. Blackwell Science, 386 p. 2002.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3. ed. Santa Maria, RS: UFSM, 216 p. 2016.

MACHMÜLLER, A.; KREUZER, M. Methane suppression by coconut oil and associated effects on nutrient and energy balance in sheep. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 79, n. 1, p.65-72, 1999. <http://dx.doi.org/10.4141/a98-079>.

MANSO, T.; BODAS, R.; CASTRO, T.; JIMENO, V.; MANTECON, A. R. Animal performance and fatty acid composition of lambs fed with different vegetable oils. **Meat Science**, v. 83, n. 3, p.511-516, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.035>.

MARTINELE, I.; EIFERT, E. C.; LANA, R. P.; ARCURI, P. B.; D'AGOSTO, M. Efeito da monensina e do óleo de soja sobre os protozoários ciliados do rúmen e correlação dos protozoários com parâmetros da fermentação ruminal e digestivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p.1129-1136, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982008000600025>.

MAYES, P. A.; BOTHAM, K. M. Cholesterol synthesis, transport & excretion. In: MURRAY, R K et al. **HARPER'S ILLUSTRATED BIOCHEMISTRY**. 36. ed. Mcgraw-hill Companies, Cap. 26. p. 219-230. 2003.

MERTENS, D. R. Kinetics of Cell Wall Digestion and Passage in Ruminants. **Forage Cell Wall Structure and Digestibility**, p.535-570, 1993. <http://dx.doi.org/10.2134/1993.foragecellwall.c21>.

MEYER, D. J.; HARVEY, J. W. **Veterinary Laboratory Medicine: Interpretation & Diagnosis**. 3. ed. Saunders, 351 p. 2004.

MISHRA, A. K.; DUBEY, V.; GHOSH, A. R. Obesity: an overview of possible role(s) of gut hormones, lipid sensing and gut microbiota. **Metabolism**, [S.L.], v. 65, n. 1, p. 48-65, jan. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.metabol.2015.10.008>.

NAKATSUJI, T.; KAO, M. C.; FANG, J.; ZOUBOULIS, C. C.; ZHANG, L.; GALLO, R. L.; HUANG, C. Antimicrobial Property of Lauric Acid Against *Propionibacterium Acnes*: Its Therapeutic Potential for Inflammatory Acne Vulgaris. **Journal of Investigative Dermatology**, v. 129, n. 10, p.2480-2488, 2009. <http://dx.doi.org/10.1038/jid.2009.93>.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC (Org). **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**: Seventh Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press, 405 p. 2001. <https://doi.org/10.17226/9825>.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC (Org.). **Nutrient Requirements of Small Ruminants**: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Washington, Dc: The National Academies Press, 384 p. 2007. <https://doi.org/10.17226/11654>.

NGUYEN, S. H.; HEGARTY, R. S. Effects of defaunation and dietary coconut oil distillate on fermentation, digesta kinetics and methane production of Brahman heifers. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 101, n. 5, p.984-993, 2016. <http://dx.doi.org/10.1111/jpn.12534>.

NGUYEN, S. H.; NGUYEN, H. D. T.; HEGARTY, R. S. Defaunation and its impacts on ruminal fermentation, enteric methane production and animal productivity. **Livestock Research For Rural Development**, [SI], v. 32, n. 4, p. 1-9, abr. 2020.

NITBANI, F. O.; JUMINA; SISWANTA, D.; SOLIKHAH, E. N. Isolation and Antibacterial Activity Test of Lauric Acid from Crude Coconut Oil (*Cocos nucifera* L.). **Procedia Chemistry**, v. 18, p.132-140, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proche.2016.01.021>.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. (Ed.). Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição De Ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, Cap. 10. p. 299-322, 2011.

PEIXOTO, E. L. T.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; MOURA, E. S.; PEREIRA, E. S.; PRADO, O. P. P.; CARVALHO, L. N.; PIRES, K. A. Residual frying oil in the diets of sheep: intake, digestibility, nitrogen balance and ruminal parameters. **Asian-australasian Journal of Animal Sciences**, v. 30, n. 1, p.51-56, 2017. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.15.0970>.

POLLI, V. A.; RESTLE, J.; SENNA, D. B.; ALMEIDA, S. R. S. Aspectos relativos à rumação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 5, p.987-993, 1996.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **Journal of Dairy Science**, [s.l.], v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(91\)78551-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(91)78551-2).

VAN SOEST, P. J. **NUTRITIONAL ECOLOGY OF THE RUMINANT**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceeding**. Ithaca: Cornell University, p.176 - 185, 1999.

ARTIGO II.

O uso de óleo de palmiste na dieta mantém as características de carcaça, qualidade e perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros em terminação

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão de óleo de palmiste (OP) na dieta de cordeiros sobre as características da carcaça, qualidade da carne e perfil de ácidos graxos da carne. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Escola de Medicina Veterinária da Universidade Federal da Bahia, em São Gonçalo dos Campos – BA. Os tratamentos consistiram na inclusão de óleo de palmiste (OP) na dieta, sendo OP_{zero} - nível zero – sem inclusão de OP; OP_{1,3%} - adição de 1,3% OP; OP_{2,6%} - adição de 2,6% de OP; OP_{3,9%} - adição de 3,9% de OP; OP_{5,2%} - adição de 5,2% de OP, com base na matéria seca da dieta total. As dietas foram formuladas com proporção volumoso:concentrado 40:60 na forma de mistura completa e o concentrado composto de farelo de milho, farelo de soja, sal mineral e óleo de palmiste de acordo com cada tratamento. Foram utilizados 40 cordeiros machos não castrados alojados individualmente em baias, com piso suspenso de madeira ripada, providas de bebedouros e comedouros, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. Ao final do período experimental, os animais foram abatidos após jejum de sólidos e dieta hídrica de 16 horas, obtendo-se o peso de carcaça quente imediatamente após o abate e peso de carcaça fria após permanência em câmara fria a 4 °C por período de 24 horas, obtendo-se também o rendimento comercial da carcaça. As carcaças foram seccionadas longitudinalmente e da meia carcaça esquerda foram obtidos os cortes comerciais e seus rendimentos em relação ao peso da meia carcaça. No músculo *Longissimus lumborum* foram realizadas análises qualitativas (cor, capacidade de retenção de água - CRA, perdas por cocção - PPC, força de cisalhamento – FC e composição química) e avaliação sensorial, bem como extração e quantificação dos ácidos graxos. Os dados obtidos foram analisados utilizando o PROC MIXED do software SAS® 9.4, considerando significativo quando $P \leq 0,05$. As variáveis de pH inicial e final, PPC, CRA e FC, bem como as variáveis relacionadas à coloração da carne e os teores de umidade, proteína bruta, lipídeos e matéria mineral do lombo não foram afetadas pela presença do óleo de palmiste na dieta de ovinos ($P > 0,05$). O peso corporal ao abate ($P = 0,002$), pesos de carcaça quente ($P < 0,001$) e fria ($P < 0,001$), assim como a área de olho de lombo ($P < 0,001$) e pesos da meia carcaça ($P < 0,001$), pescoço ($P < 0,001$), paleta ($P = 0,009$), pernil ($P < 0,001$), lombo ($P < 0,001$) e costelas ($P < 0,001$) diminuíram linearmente com o aumento no nível de óleo de palmiste na dieta. O RCC diminuiu linearmente até o nível de inclusão de 2,66% de OP, permanecendo estável a partir deste ponto (RMSE 2,204). As concentrações de CLA total e AG C18:3 n-3 permaneceram estáveis até os níveis de inclusão de 3,44% (RMSE 0,0956) e 2,17% (RMSE 0,0637) de óleo de palmiste com redução em suas concentrações conforme o nível de inclusão de óleo de palmiste aumentou. A relação n-6:n-3 aumentou ($P = 0,07$) quando os níveis de óleo de palmiste aumentaram. A presença do óleo de palmiste na dieta de cordeiros até o nível de 5,2% de inclusão reduziu o rendimento comercial da carcaça, bem como as concentrações dos ácidos graxos insaturados CLA e da família ômega 3, com aumento nas concentrações dos ácidos graxos da família ômega 6 e na relação ω -6: ω -3.

Palavras-Chave: ácido dodecanóico, carcaça, CLA, ganho de peso corporal, ovinos

ABSTRACT corrigir

The objective was to evaluate the effects of the inclusion of palm kernel oil (OP) in the lamb diet on carcass characteristics, meat quality and meat fatty acid profile. The experiment was carried out at the Experimental Farm of the School of Veterinary Medicine of the Federal University of Bahia, in São Gonçalo dos Campos - BA. The treatments consisted of the inclusion of palm kernel oil (OP) in the diet, with OPzero - level zero - without the inclusion of OP; OP1.3% - addition of 1.3% OP; OP2.6% - addition of 2.6% of OP; OP3.9% - addition of 3.9% of OP; OP5.2% - addition of 5.2% OP, based on the dry matter of the total diet. The diets were formulated with a roughage ratio: 40:60 concentrate in the form of a complete mixture and the concentrate composed of corn bran, soybean meal, mineral salt and palm kernel oil according to each treatment. Forty non-castrated male lambs were housed individually in stalls, with slatted wooden suspended floors, provided with drinking fountains and feeders, distributed in a completely randomized design. At the end of the experimental period, the animals were slaughtered after fasting solids and a 16-hour water diet, obtaining the hot carcass weight immediately after slaughter and cold carcass weight after remaining in a cold chamber at 4 °C for a period of 24 hours. hours, also obtaining the commercial yield of the carcass. The carcasses were sectioned longitudinally and from the left half carcass the commercial cuts and their yields were obtained in relation to the weight of the half carcass. In the Longissimus lumborum muscle, qualitative analyzes were performed (color, water holding capacity - CRA, cooking losses - PPC, shear force - FC and chemical composition) and sensory evaluation, as well as extraction and quantification of fatty acids. The data obtained were analyzed using the PROC MIXED of the SAS® 9.4 software, considering it significant when $P \leq 0.05$. The variables of initial and final pH, PPC, CRA and FC, as well as the variables related to the color of the meat and the contents of moisture, crude protein, lipids and mineral material of the loin were not affected by the presence of palm kernel oil in the diet. sheep ($P > 0.05$). Slaughter body weight ($P = 0.002$), hot ($P < 0.001$) and cold ($P < 0.001$) carcass weights, as well as rib eye area ($P < 0.001$) and half carcass weights ($P < 0.001$), neck ($P < 0.001$), palette ($P = 0.009$), ham ($P < 0.001$), loin ($P < 0.001$) and ribs ($P < 0.001$) decreased linearly with the increase in the level of palm kernel oil in the diet. The RCC decreased linearly until the inclusion level of 2.66% of OP, remaining stable after this point (RMSE 2.204). The concentrations of total CLA and AG C18: 3 n-3 remained stable until the inclusion levels of 3.44% (RMSE 0.0956) and 2.17% (RMSE 0.0637) of palm kernel oil with a reduction in their concentrations as the level of inclusion of palm kernel oil increased. The n-6: n-3 ratio increased ($P = 0.07$) when the levels of palm kernel oil increased. The presence of palm kernel oil in the lamb diet up to the level of 5.2% of inclusion reduced the commercial yield of the carcass, as well as the concentrations of unsaturated fatty acids CLA and the omega 3 family, with an increase in the concentrations of fatty acids in the diet. omega 6 family and in the ω -6: ω -3 ratio.

Keywords: body weight gain, carcass, CLA, dodecanoic acid, sheep

INTRODUÇÃO

O mercado consumidor tem buscado cada vez mais por alimentos com características nutricionais que sejam benéficos à saúde, como é o caso dos alimentos funcionais, que podem ser definidos como alimentos que possuem em sua composição, substâncias biologicamente ativas que promovem mudanças em processos metabólicos do organismo, resultando em benefícios à saúde (ANJO, 2004).

Beecher (1999) destacou que uma imensa variedade de compostos presentes naturalmente em determinados alimentos provoca uma série de respostas biológicas no organismo, estando associadas, entre outros processos, à diminuição nas taxas de processos degenerativos do organismo, podendo ser de origem vegetal como é o caso dos fitonutrientes como carotenoides e fitoesteróis ou de origem animal como os ácidos graxos essenciais presentes no óleo de peixe e o ácido linoleico conjugado (CLA) presente em produtos cárneos oriundos de ruminantes (EL SOHAIMY, 2012), sendo assim denominados por não serem bioquimicamente sintetizados pelo organismo, tendo a dieta como fonte (PASQUALE, 2009).

Os CLA representam uma mistura de isômeros geométricos do ácido linoleico (C18:2 n-6) (BAUMAN, 1999), sendo produtos do processo de biohidrogenação incompleta deste ácido graxo, ocorrendo no rúmen, destacando-se os ácidos C18:2 $cis^9 trans^{11}$ e C18:2 $trans^{10} cis^{12}$ como principais isômeros (SHINGFIELD & WALLACE, 2014).

Pesquisas têm sido desenvolvidas com a finalidade de aumentar a concentração deste composto nos produtos oriundos de ruminantes, sobretudo a carne, através da utilização de substâncias como óleos vegetais (KARAMI; PONNAMPALAM & HOPKINS, 2013; MILTKO et al., 2019; MAHDAVI et al., 2019), pelo efeito destes sobre o processo de biohidrogenação ruminal. Óleos vegetais ricos em ácidos graxos de cadeia média podem ser utilizados de forma semelhante, com a finalidade de modificação deste processo (SOLOMON; LYNCH & LOUGH, 1992; BHATT et al., 2011; KARAMI; PONNAMPALAM & HOPKINS, 2013; MACHADO et al., 2018), pelo seu efeito sobre a estabilidade dos microrganismos ruminais (KOZLOSKI, 2016).

O óleo de palmiste é o produto da do processamento da amêndoa do fruto da palma (*Elaeis guineense*), sendo este rico em ácidos graxos de cadeia média como os ácidos láurico e mirístico (CERON, 2017). O ácido láurico, um ácido graxo saturado de cadeia média (12 carbonos) possui efeito sobre microrganismos, atuando, segundo destacado por Hornung, Amtmann & Sauer (1992) sobre a síntese *de novo* de triacilgliceróis, alterando sua quantidade na célula, sobretudo na membrana, o que modifica sua fluidicidade e permeabilidade, interferindo no metabolismo e controle de entrada e saída de substâncias, já que estão intimamente relacionadas com o conteúdo de triglicerídeos e sua mobilidade na membrana (MOUNTFORD et al., 1982; MOUNTFORD & WRIGHT, 1988). Sendo assim, a presença de óleo de palmiste como fonte de ácido láurico (46,63% de sua composição é ácido láurico) pode alterar o metabolismo bacteriano ruminal, podendo, desta forma, alterar a biohidrogenação ruminal, modificando o perfil de ácido graxos incorporados na carne de ovinos.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi testar a hipótese de que o fornecimento de ácido láurico até o nível de 2,4% na dieta de ovinos promove aumento no peso da carcaça e modifica o perfil de ácidos graxos da carne com o aumento nas concentrações de CLA e ácidos graxos insaturados das séries n-3 e n-6.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio de desempenho produtivo de cordeiros alimentados com dietas contendo ácido láurico foi conduzido na Fazenda Experimental da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), em São Gonçalo dos Campos - BA, previamente aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFBA, sob o protocolo de número 40/2014.

Foram utilizados 40 cordeiros Santa Inês, machos não castrados, previamente identificados, vacinados e vermifugados, com peso médio inicial de $25,73 \pm 4,06$ kg, alojados em baias individuais medindo 1 m² com piso suspenso de madeira ripada, providas de comedouros e bebedouros, distribuídos aleatoriamente nos cinco níveis de inclusão de ácido láurico na dieta, totalizando 8 animais por tratamento.

Os tratamentos consistiram na inclusão de óleo de palmiste à dieta (Tabela 1), sendo o OPL_{zero} – sem inclusão de óleo de palmiste; OP_{1,3%} - adição de 1,3% de óleo de palmiste); OP_{2,6%} – adição de 2,6% de óleo de palmiste; OP_{3,9%} - adição de 3,9% de óleo de palmiste; OP_{5,2%} – adição de 5,2% de óleo de palmiste, com base na matéria seca da dieta total.

Tabela 1. Composição (g/100g) do óleo de palmiste em ácidos graxos

Ácido Graxo	Nome sistemático	Nome comum	g/100g
C4:0 a C10:0	-	-	7,78
C12:0	Dodecanóico	Láurico	46,63
C14:0	Tetradecanóico	Mirístico	16,05
C16:0	Hexadecanóico	Palmítico	8,59
C18:0	Octadecanóico	Estearico	2,34
C18:1 c9	Octadecaenóico	Oleico	14,06
Outros	-	-	4,53
Total	-	-	100,0

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia (08h00min e 16h00min), sendo a oferta realizada de forma a garantir sobras entre 10% e 20%, com água fornecida *ad libitum*. O volumoso utilizado foi feno de Tifton-85 (*Cynodon sp.*) moído em partícula de aproximadamente 5 cm, em uma relação volumoso:concentrado de 40:60 e o concentrado composto de milho moído, farelo de soja, sal mineral, e óleo de palmiste, de acordo com cada tratamento. As dietas foram formuladas conforme o NRC (2007) para proporcionar ganho médio diário de 200g (Tabela 2).

Tabela 2. Ingredientes, composição bromatológica e perfil de ácidos graxos das dietas experimentais

Ingredientes	Níveis (%) ¹				
	0	1,3	2,6	3,9	5,2
Feno	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Milho moído	42,5	41,0	39,6	38,1	36,6
Farelo de Soja	16,0	16,2	16,3	16,5	16,7
Óleo de Palmiste	0,00	1,30	2,60	3,90	5,19
Mineral	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição bromatológica ³					
Matéria seca	86,8	86,9	87,1	87,3	87,5
Matéria orgânica	93,9	93,9	93,9	94,0	94,0
Matéria mineral	6,06	6,05	6,05	6,04	6,04
Proteína bruta	13,9	13,9	13,8	13,8	13,7
Extrato etéreo	1,40	2,66	3,92	5,18	6,44
Fibra em detergente neutro _{cp}	36,6	36,5	36,4	36,3	36,2
Fibra em detergente ácido	17,1	17,1	17,1	17,0	17,0
Carboidratos não fibrosos	42,0	40,1	39,8	38,7	37,6
Perfil de ácidos graxos					
C 10:0 (Cáprico)	0,38	2,00	2,36	2,58	2,78
C 12:0 (Láurico)	3,92	28,20	33,94	36,46	38,61
C 14:0 (Mirístico)	2,84	10,62	11,77	13,00	14,20
C 16:0 (Palmítico)	56,00	52,70	49,05	50,70	50,80
C 16:1 (Palmitoleico)	0,42	0,34	0,35	0,34	0,32
C 18:0 (Esteárico)	9,80	9,74	9,02	7,35	9,56
C 18:1 ^{c9} (Oléico)	42,17	32,67	31,17	29,27	27,57
C 18:2 ^{c9c12} (Linoleico)	54,60	33,10	31,90	28,60	24,70
C 18:3n-3 (Linolênico)	11,18	10,41	10,40	10,38	10,07
Outros ²	6,28	9,52	9,74	11,38	11,67

¹ Níveis de inclusão de óleo de palmiste, 0 – sem inclusão de óleo de palmiste; 1,3 - adição de 1,3% de óleo de palmiste; 2,6 - adição de 2,6% de óleo de palmiste; 3,9 - adição de 3,9% de óleo de palmiste; 5,2 - adição de 5,2% de óleo de palmiste;

² Soma de ácidos graxos menos representativos.

A avaliação do desempenho produtivo teve duração de 96 dias, sendo os primeiros 15 dias de adaptação ao ambiente, manejo e dietas. Os animais foram pesados no início e a cada 25 dias para acompanhamento do ganho de peso. Ao final do período experimental, os animais foram pesados após jejum de sólidos e dieta hídrica de 16 horas para obtenção do peso corporal ao abate (PCA), sendo, em seguida, conduzidos a abatedouro comercial, onde foram insensibilizados com posterior sangria, esfolagem e evisceração, respeitando as normas de fiscalização do Sistema de Inspeção Federal - SIF.

Depois de retirados os órgãos, patas, cabeça e pele, as carcaças foram pesadas para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ), sendo posteriormente armazenadas por 24 horas em câmara fria (4 °C), realizando nova pesagem para obtenção do peso de carcaça fria (PCF). O rendimento comercial da carcaça (RCC) foi determinado segundo cálculo:

$$RCC(kg) = \left(\frac{PCF}{PCA} \right) * 100$$

Em seguida, as carcaças foram seccionadas longitudinalmente e a meia carcaça esquerda foi dividida em cinco regiões anatômicas, considerados como cortes comerciais, sendo: pescoço (1ª a 7ª vértebra cervical), paleta (base óssea: escápula, úmero e carpo), costelas (1ª a 13ª vértebra torácica), lombo (músculo *Longissimus lumborum* dissecado dos ossos vertebrais) e pernil (secção entre a última vértebra lombar e a primeira sacra), segundo metodologia adaptada de Colomer-Rocher, Morand-Fher & Kirton (1987), sendo pesadas para determinação dos pesos e proporções dos cortes em relação ao peso da meia carcaça.

O músculo *L. lumborum* foi encaminhado ao Laboratório Multifuncional da Universidade Federal da Bahia - UFBA para determinação da área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS), realizando-se a dessecação e avaliações de análise sensorial, além da determinação das características qualitativas da carne (cor, capacidade de retenção de água - CRA, perdas por cocção - PPC e força de cisalhamento - FC).

Os parâmetros de AOL e EGS foram avaliados no lombo esquerdo. Após a exposição do músculo *L. lumborum*, localizado na altura da 13ª vértebra torácica, a AOL foi obtida contornando-se a área do músculo através da folha transparente com o auxílio de caneta marcadora, determinando a área por meio de programa computacional. A EGS foi obtida de acordo com método descrito por Osório & Osório (2005), medida com o auxílio do paquímetro, realizando medições em três pontos distintos do corte, considerando a média dos três pontos como a medida de EGS.

Os parâmetros de coloração da carne foram obtidos conforme Miltenburg et al. (1992). Para determinação da cor, amostras de carne resfriadas foram previamente expostas ao oxigênio por cinco minutos a fim de promover o contato da mioglobina com o oxigênio. Decorrido o tempo, as amostras foram submetidas à determinação da cor através da utilização de colorímetro Minolta CR-200, por meio do sistema CIELAB, onde a cor foi obtida através das coordenadas L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho), b* (intensidade de amarelo), com o colorímetro calibrado para um padrão branco, realizando tal aferição em três pontos distintos do músculo, a fim de se obter a representatividade do todo, onde a média dos três valores representou o parâmetro de cor da carne.

A partir dos valores obtidos para intensidade de vermelho e amarelo, calculou-se, por meio do uso de equações, o índice de saturação da cor (Chroma – c*) segundo equação descrita por Warriss (2000) e ângulo de tonalidade da cor (°Hue), conforme Macdougall (1994):

$$c^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$$

$$^{\circ}\text{Hue} = [\text{arco tangente}(b^*/a^*)]$$

A CRA foi determinada de acordo com metodologia descrita por Silva Sobrinho (1999) com modificação no peso da subamostra, com peso inicial médio de $2,29 \pm 0,09$ g. As amostras foram pesadas em balança analítica sobre papel filtro, sendo posteriormente colocadas entre placas acrílicas e sobre estas foi adicionado peso cilíndrico de 10 kg por um período de 5 minutos. Ao final deste, procedeu-se nova

pesagem para realização de cálculo, por meio da diferença de valores entre o peso inicial e final das amostras, obtendo-se a quantidade de água perdida.

No que diz respeito à PPC, esta foi realizada de acordo com Abularach, Rocha & Felício (1998), colocando amostras de carne previamente pesadas em grelha, permitindo o cozimento da amostra até que a temperatura interna do centro do músculo atingisse 71 °C, prosseguindo a pesagem das amostras após seu resfriamento ao ar livre, obtendo-se, por diferença, os valores relativos às perdas por cocção.

Posteriormente, as amostras de carne assadas foram divididas em três subamostras com espessura de 1 cm² para determinação da força de cisalhamento (kgf/cm²) por meio do uso de texturômetro (TAXT 2 plus[®] Stable Micro Systems), acoplado com célula e lâmina tipo Warner-Bratzler, segundo metodologia descrita por Chrystall (1994).

Os parâmetros de composição química da carne foram realizados por meio de análise em FoodScan[™] (FOSS, Hillerod, Dinamarca) (AOAC, 2012), em que a amostra foi submetida a escaneamento com raio infravermelho, determinando-se os teores de umidade, proteína bruta, gordura e cinzas da amostra.

A análise sensorial foi realizada com a participação de 85 provadores não treinados, declaradamente consumidores de carne ovina, segundo metodologia descrita por Moraes (1993). As amostras de carne foram preparadas a partir do músculo *L. lumborum* proveniente do lombo direito, sendo assadas em grelha, até que o centro geométrico do corte atingisse 71 °C, posteriormente cortadas em cubos de 1 cm² e armazenadas em recipiente previamente identificado, mantidas em banho-maria para manutenção da temperatura. No momento da avaliação pelo provador, as amostras de cada tratamento foram acondicionadas em potes plásticos com tampa previamente identificados por códigos escolhidos aleatoriamente para cada tratamento, sendo avaliadas em relação à aparência, odor e sabor 'ovinos', maciez e suculência, onde cada um destes parâmetros foi pontuado por meio de escala hedônica de 1 a 9, de tal forma que 1 se refere à condição menos favorável e 9 à mais favorável. Os provadores realizaram a avaliação em cabines individuais onde receberam uma amostra de carne de cada tratamento, removendo-se o sabor residual entre as amostras com água mineral em temperatura ambiente e biscoito água e sal (GUERRERO, 2005).

Os ácidos graxos foram extraídos do *L. lumorum* segundo metodologia descrita por Hara & Radin (1978), realizando metilação destes conforme Christie (1982) e Rodrigues-Ruiz et al. (1998).

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

Uma alíquota de 1 µL do extrato esterificado foi injetada no cromatógrafo e a identificação dos ácidos graxos foi obtida pela comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões previamente tratados e adicionados ao equipamento (Supelco TM Component FAME Mix, cat 18919 Supelco, Bellefonte, PA), obtendo-se as percentagens dos ácidos graxos através do *software* – *Chromquest 4.1* (Thermo Electron, Italy). Os ácidos graxos foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos e os resultados obtidos foram expressos em percentual de área (%).

A partir do perfil de ácidos graxos, foram calculados os índices de aterogenicidade (IA) e de trombogenicidade (IT) (ULBRICHT & SOUTHGATE, 1991), com a utilização das seguintes equações:

$$IA = \frac{[C_{12:0} + (C_{14:0} * 4) + C_{16:0}]}{Total\ de\ ácidos\ graxos\ insaturados}$$

$$IT = \frac{C_{14:0} + C_{16:0} + C_{18:0}}{[(0,5 * \sum AGMI) + (0,5 * \sum n6) + (3 * \sum n3) + (\sum n3 / \sum n6)]}$$

Foram calculadas, também, as relações entre o total de ácidos graxos saturados (AGS) e insaturados (AGI), assim como ácidos graxos pertencentes às famílias ômega-6 (n-6) e ômega-3 (n-3) e a relação entre estes, sendo determinada também a atividade das enzimas Δ^9 - desaturase C16, Δ^9 - desaturase C18 e elongase de acordo com descrito por Raes, De Smet & Demeyer (2004):

$$\Delta^9 - \text{desaturase C16} = [(C16:1 \text{ cis} - 9)/(C16:1 \text{ cis} - 9 + C16:0)] \times 100$$

$$\Delta^9 - \text{desaturase C18} = [(C18:1 \text{ cis} - 9)/(C18:1 \text{ cis} - 9 + C18:0)] \times 100$$

Elongase

$$= [(C18:0 + C18:1 \text{ cis} - 9)/(C16:0 + C16:1 \text{ cis} - 9 + C18:0 + C18:1 \text{ cis} - 9)] \times 100$$

Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados utilizando o PROC MIXED do software SAS 9.4 em um delineamento inteiramente casualizado, utilizando o seguinte modelo matemático:

$$Y_i = \mu + T_i + \varepsilon_i$$

Sendo μ a média geral, T_i o efeito do tratamento, sendo efeito fixo e ε_i , o erro experimental.

Os dados obtidos com relação à análise sensorial do lombo de cordeiros foram analisados utilizando-se o PROC MIXED do software SAS 9.4, em delineamento em blocos casualizados, tendo o provador como bloco, considerando distribuição normal das variáveis baseada na avaliação gráfica de Q-Q plot e histograma, de acordo com o modelo descrito abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + p_j + \varepsilon_{ij}$$

Onde μ a média geral, T_i o efeito do tratamento, p_j representa o provador, sendo este efeito aleatório e ε_{ij} , o erro experimental.

A heterogeneidade das variâncias foi testada pelo comando REPEATED e usada quando significativa. Contrastes polinomiais foram utilizados para testar os efeitos linear e quadrático do fornecimento de óleo de palmiste na dieta de ovinos em todos os parâmetros. O peso corporal inicial foi testado como covariável e utilizado quando significativo. Para os dados da análise sensorial, o provador foi utilizado como bloco, sendo este efeito aleatório.

O comando PROC NLIN foi utilizado para análise de resposta de platô linear observadas para variáveis relacionadas ao rendimento da carcaça e concentração de ácidos graxos no lombo, utilizando como critério de seleção, o menor valor dos quadrados médios dos erros (Root mean square error – RMSE) entre os contrastes linear, quadrático e a resposta linear de platô. O efeito significativo foi declarado quando $P \leq 0,05$, considerando tendência quando $0,05 > P \leq 0,10$.

RESULTADOS

As variáveis de peso corporal ao abate ($P=0,002$), pesos de carcaça quente ($P<0,001$) e fria ($P<0,001$), assim como a área de olho de lombo ($P<0,001$) diminuíram linearmente à medida que houve aumento do nível de óleo de palmiste fornecido na dieta (Tabela 3).

A espessura de gordura subcutânea ($P=0,496$) não foi afetada pelos níveis de inclusão de óleo de palmiste na dieta de cordeiros.

Houve efeito linear decrescente para as variáveis de pesos da $\frac{1}{2}$ carcaça ($P<0,001$), pescoço ($P<0,001$), paleta ($P=0,009$), pernil ($P<0,001$), lombo ($P<0,001$) e costelas ($P<0,001$). O rendimento dos cortes comerciais do pernil e costelas foram influenciados pela presença do óleo de palmiste na dieta, observando aumento para o rendimento do pernil ($P=0,004$) e diminuição do rendimento das costelas ($P=0,006$),

diferentemente do rendimento dos demais cortes, como pescoço ($P=0,344$), e lombo ($P=0,333$) que não foram afetados pela presença desta fonte de ácidos graxos na alimentação de cordeiros. O rendimento do corte paleta apresentou tendência de aumento linear ($P=0,061$) conforme o nível de inclusão de óleo de palmiste na dieta aumentou.

Tabela 3. Características de carcaça, peso e rendimento dos cortes comerciais da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste

Item ¹	Níveis ²					EPM	Significância ³	
	0	1,3	2,6	3,9	5,2		L	Q
PCA	40,0	42,0	37,6	36,4	37,1	1,09	0,002	0,867
PCQ	17,6	18,4	16,1	15,0	14,7	0,43	<0,001	0,655
PCF	17,5	18,3	16,1	15,0	14,7	0,42	<0,001	0,623
RCC	43,7	43,9	42,7	41,4	39,3	0,79	<0,001	0,127
EGS	1,58	1,54	1,46	1,98	1,58	0,16	0,496	0,884
AOL	10,8	12,3	10,8	9,15	9,37	0,45	<0,001	0,126
Pesos (kg)								
½ carcaça	8,40	9,28	8,10	7,39	6,88	0,39	<0,001	0,125
Pescoço	1,71	1,85	1,71	1,45	1,43	0,07	<0,001	0,140
Paleta	1,64	1,73	1,54	1,43	1,50	0,05	0,009	0,852
Pernil	2,46	2,61	2,32	2,18	2,20	0,08	<0,001	0,731
Lombo	1,10	1,16	1,00	0,82	0,92	0,05	<0,001	0,862
Costelas	1,63	1,67	1,37	1,33	1,28	0,05	<0,001	0,711
Rendimentos (%)								
Pescoço	19,9	20,6	21,5	20,1	19,3	0,65	0,403	0,037
Paleta	19,2	19,2	19,5	19,8	20,8	0,44	0,061	0,315
Pernil	28,9	28,8	29,1	30,0	30,2	0,40	0,004	0,411
Lombo	12,8	12,9	12,6	11,5	12,5	0,50	0,232	0,522
Costelas	19,1	18,6	17,3	18,5	17,1	0,38	0,036	0,277

¹ PCA – Peso corporal ao abate (kg); PCQ – Peso de carcaça quente (kg); PCF – Peso de carcaça fria (kg); RCC – Rendimento comercial da carcaça (%); EGS – Espessura de gordura subcutânea (mm); AOL – Área de olho de lombo (cm²);

² Níveis de inclusão de óleo de palmiste, 0 – sem inclusão de óleo de palmiste; 1,3 - adição de 1,3% de óleo de palmiste; 2,6 - adição de 2,6% de óleo de palmiste; 3,9 - adição de 3,9% de óleo de palmiste; 5,2 - adição de 5,2% de óleo de palmiste;

³ Nível de significância, L – linear; Q- quadrático

O rendimento comercial da carcaça de cordeiros permaneceu estável até o nível de inclusão de 2,66% de óleo de palmiste (Figura 1), com redução do rendimento à medida que houve aumento no nível de inclusão de óleo de palmiste até o nível de 5,2%.

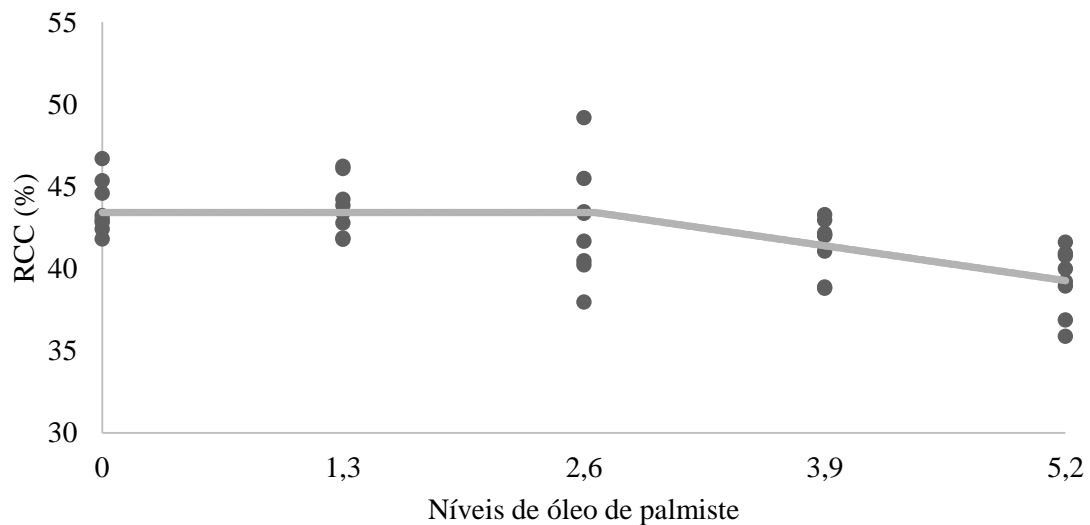


Figura 1. Efeito dos níveis de óleo de palmiste sobre o rendimento comercial da carcaça (RCC) de cordeiros.

$$\forall x \leq 2,66 \quad Y = 43,424$$

$$\forall x > 2,66 \quad Y = 43,42 + 1,63 * (2,66 - X)$$

$$RMSE = 2,204$$

O aumento nos níveis de inclusão de óleo de palmiste na dieta de cordeiros não causou efeito sobre as variáveis de pH inicial ($P=0,740$) e final ($P=0,189$), capacidade de retenção de água ($P=0,125$) e nos índices de coloração da carne como luminosidade ($P=0,149$), intensidades de vermelho ($P=0,662$) e amarelo ($P=0,655$), índice de saturação da cor ($P=0,930$) e ângulo de tonalidade da cor ($P=0,603$) (Tabela 4), verificando tendência redução linear para as perdas por cocção ($P=0,093$) e tendência de comportamento quadrático para a força de cisalhamento ($P=0,065$) e teor de lipídeos da carne ($P=0,084$).

Tabela 4. Características qualitativas do lombo de cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste

Item ¹	Níveis ²					EPM	Significância ³	
	0	1,3	2,6	3,9	5,2		L	Q
pH inicial	6,94	6,92	6,96	6,94	6,96	0,05	0,740	0,966
pH final	6,03	6,01	5,90	6,00	5,94	0,05	0,189	0,511
PPC	21,3	25,8	19,5	19,1	17,5	2,56	0,093	0,503
CRA	71,5	72,0	71,1	70,4	69,8	1,02	0,125	0,594
FC	2,09	2,28	2,08	2,42	1,66	0,19	0,240	0,065
Índices de coloração								
L*	37,0	36,3	38,8	37,7	38,5	0,97	0,149	0,894
a*	21,4	21,1	21,6	21,3	21,0	0,35	0,662	0,482
b*	5,28	5,40	5,86	5,20	5,15	0,33	0,655	0,242
Chroma	22,0	22,1	21,6	22,1	22,1	0,39	0,930	0,633
Hue°	14,0	15,0	13,7	14,1	13,8	0,75	0,603	0,785
Composição química								
Umidade	70,9	71,8	70,9	71,1	72,5	0,71	0,267	0,475
Proteína bruta	20,4	20,6	20,2	20,2	20,5	0,25	0,659	0,856
Lipídeos	5,75	5,02	6,74	6,38	4,66	0,61	0,676	0,084
Matéria mineral	2,44	2,57	2,17	2,31	2,34	0,19	0,458	0,618

¹ pH inicial – imediatamente após o abate; pH final – aferido 24 horas após o abate; PPC – Perdas por cocção (%); CRA – Capacidade de retenção de água (%); FC – Força de cisalhamento (kgf/cm²); L* - luminosidade da carne; a* - intensidade de vermelho; b* - intensidade de amarelo; Chroma – índice de saturação da cor; Hue° - ângulo de tonalidade da cor;

² Níveis de inclusão de óleo de palmiste, 0 – sem inclusão de óleo de palmiste; 1,3 - adição de 1,3% de óleo de palmiste; 2,6 - adição de 2,6% de óleo de palmiste; 3,9 - adição de 3,9% de óleo de palmiste; 5,2 - adição de 5,2% de óleo de palmiste;

³ Nível de significância, L – linear; Q- quadrático

Não foram observados efeitos dos níveis de óleo de palmiste sobre a composição química do musculo *L. Lomborum* de cordeiros, em seus teores de umidade (P=0,267), proteína bruta (P=0,769), e matéria mineral (P=0,458).

As concentrações dos ácidos graxos CLA e linolênico (C18:3 n-3) permaneceram inalteradas até o nível de inclusão de 3,44% (Figura 2) e 2,17% (Figura 3) de óleo de palmiste, respectivamente, observando diminuição das concentrações destes ácidos graxos à medida que o nível de óleo de palmiste na dieta aumentou.

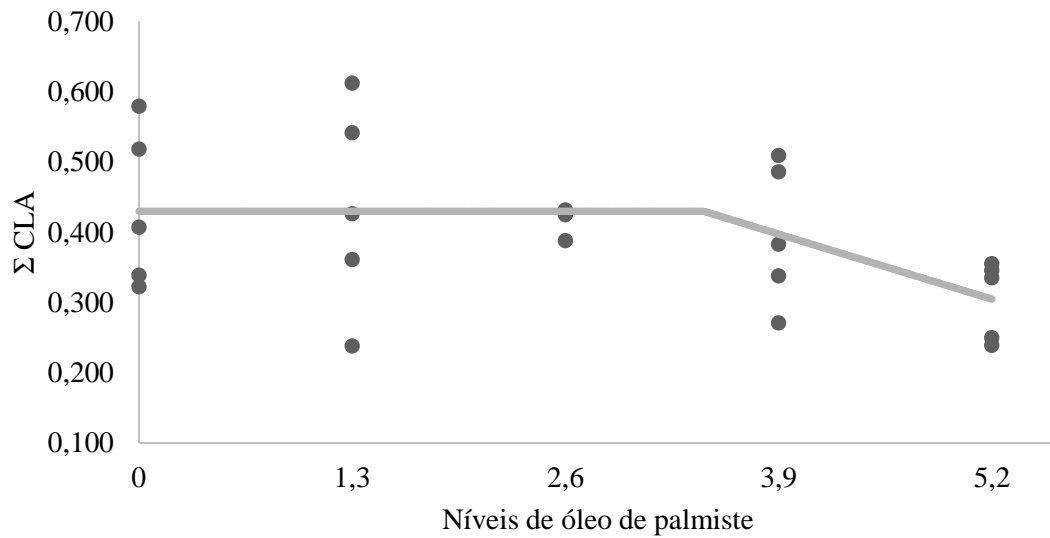


Figura 2. Efeito dos níveis de óleo de palmiste sobre a concentração total de ácido linoleico conjugado (Σ CLA) do lombo de cordeiros.

$$\forall x \leq 3,4443 Y = 0,430$$

$$\forall x > 3,4443 Y = 0,4299 + 0,0712 * (3,44 - X)$$

$$RMSE = 0,09556$$

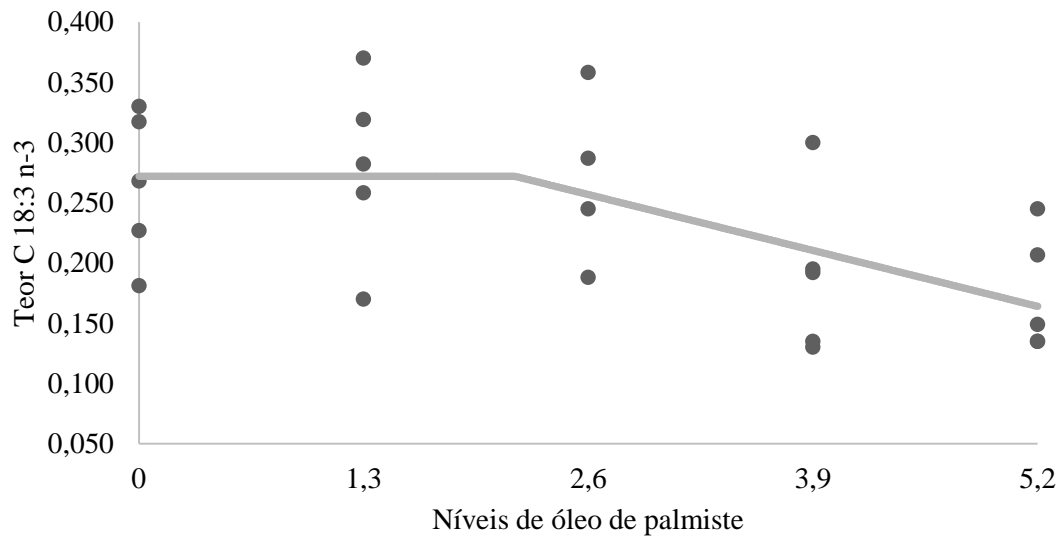


Figura 3. Efeito dos níveis de óleo de palmiste sobre a concentração total de ácido linolênico (C18:3 n-3) do lombo de cordeiros.

$$\forall x \leq 2,1718 Y = 0,272$$

$$\forall x > 2,1718 Y = 0,2722 + 0,0357 * (2,1718 - X)$$

$$RMSE = 0,06372$$

Houve tendência de diminuição linear para o somatório dos ácidos graxos das famílias ômega 3 ($P=0,072$) e ômega 6 ($P=0,090$) quando o nível de participação de óleo de palmiste na dieta aumentou (Tabela 5).

Tabela 5. Perfil de ácidos graxos do lombo de cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste

Item ¹	Níveis ²					EPM	Significância ³	
	0	1,3	2,6	3,9	5,2		L	Q
C12:0	0,12	0,38	0,35	0,15	0,29	0,09	0,754	0,383
C14:0	2,46	3,88	3,50	3,07	3,55	0,54	0,457	0,447
C16:0	23,7	23,8	23,7	24,3	24,5	0,50	0,171	0,619
C18:0	15,7	16,7	14,8	13,3	14,9	1,06	0,309	0,841
C16:1	2,56	2,47	2,50	3,00	2,62	0,18	0,269	0,865
C18:1 t11	1,69	2,02	1,90	1,60	1,64	0,26	0,163	0,164
C18:1 c9	44,5	41,2	42,0	44,3	44,1	1,67	0,659	0,232
C18:2 n-6	2,17	2,09	3,05	2,12	1,69	0,35	0,398	0,062
CLA	0,43	0,44	0,42	0,40	0,30	0,04	0,045	0,177
C18:3 n-3	0,26	0,28	0,27	0,19	0,17	0,03	0,009	0,261
C20:4 n-6	0,64	0,68	0,99	0,56	0,46	0,12	0,221	0,043
C20:5 n-3	0,10	0,11	0,10	0,12	0,06	0,03	0,249	0,208
C22:5 n-3	0,21	0,19	0,28	0,22	0,13	0,04	0,360	0,104
C22:6 n-3	0,04	0,05	0,06	0,05	0,02	0,01	0,304	0,037
Outros	3,53	3,40	3,50	3,85	3,41	0,31	0,834	0,765
ΣAGS	44,2	48,7	44,9	43,4	45,7	1,59	0,887	0,925
ΣAGMI	51,9	47,9	49,8	52,7	51,3	1,63	0,470	0,316
ΣAGPI	3,93	3,95	5,29	3,19	2,90	0,53	0,095	0,054
AGP:AGS	0,09	0,08	0,12	0,09	0,06	0,01	0,326	0,064
Σn-3	0,40	0,44	0,42	0,36	0,25	0,06	0,042	0,135
Σn-6	2,88	2,85	3,45	2,34	2,20	0,35	0,090	0,166
n-6:n-3	6,96	6,47	9,78	7,76	8,21	0,36	0,004	0,023
IA	0,61	0,78	0,71	0,66	0,73	0,07	0,579	0,535
IT	1,45	1,65	1,49	1,40	1,57	0,09	0,979	0,980
h:H	1,84	1,63	1,73	1,75	1,68	0,09	0,506	0,609
Δ ⁹ -desaturase C16	9,75	9,40	9,52	11,0	9,59	0,57	0,489	0,744
Δ ⁹ -desaturase C18	74,4	71,1	73,9	76,9	74,7	2,19	0,356	0,757
Elongase	69,5	68,8	68,4	67,9	69,5	0,60	0,677	0,063

¹ CLA – ácido linoleico conjugado; outros – somatórios dos ácidos graxos menos expressivos; ΣAGS – somatório dos ácidos graxos saturados; ΣAGMI – somatório dos ácidos graxos monoinsaturados; ΣAGPI – somatório dos ácidos graxos poliinsaturados; AGP:AGS – relação entre ácidos graxos

poliinsaturados:saturados; $\sum n-3$ – somatório dos ácidos graxos da família ômega 3; $\sum n-6$ – somatório dos ácidos graxos da família ômega 6; n-6:n-3 relação entre ácidos graxos da família ômega 6 e ômega 3; IA - Índice de aterogenicidade; IT - Índice de trombogenicidade; h:H - Relação ácidos graxos hipocolesterolêmico:hipercolesterolêmico;

² Níveis de inclusão de óleo de palmiste, 0 – sem inclusão de óleo de palmiste; 1,3 - adição de 1,3% de óleo de palmiste; 2,6 - adição de 2,6% de óleo de palmiste; 3,9 - adição de 3,9% de óleo de palmiste; 5,2 - adição de 5,2% de óleo de palmiste;

³ Nível de significância, L – linear; Q- quadrático

Observou-se tendência de efeito quadrático para o total de ácidos graxos poli-insaturados ($\sum AGPI$) ($P=0,054$), bem como para a relação entre os ácidos graxos poli-insaturados e saturados ($AGPI:AGS$) ($P=0,064$), e atividade da enzima elongase ($P=0,063$) (Tabela 5).

A relação entre os ácidos graxos ômega 6 e ômega 3 aumentou ($P=0,004$) à medida que o nível de óleo de palmiste na dieta também aumentou, causado pelo efeito deste aditivo sobre o ácido graxo linolênico, que apresentou redução na sua concentração à medida que o óleo de palmiste na dieta aumentou, promovendo, desta forma, aumento nesta relação.

Tabela 6. Avaliação sensorial do lombo de cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste

Item ¹	Níveis ²					EPM	Significância ³	
	0	1,3	2,6	3,9	5,2		L	Q
Sabor	6,89	6,51	6,38	6,68	6,45	0,18	0,101	0,152
Maciez	7,33	7,24	7,23	7,11	7,24	0,16	0,462	0,497
Suculência	7,13	6,56	6,64	6,83	6,80	0,15	0,321	0,009
Sabor Ovino	5,36	5,52	5,36	5,54	5,55	0,21	0,416	0,950
Odor Ovino	4,68	4,51	4,76	4,39	4,88	0,21	0,507	0,176
Aceitação Global	6,75	6,68	6,43	6,57	6,60	0,17	0,335	0,247

¹ Escala hedônica de 9 pontos, sendo 1 – menos favorável e 9 – mais favorável;

² Níveis de inclusão de óleo de palmiste, 0 – sem inclusão de óleo de palmiste; 1,3 - adição de 1,3% de óleo de palmiste; 2,6 - adição de 2,6% de óleo de palmiste; 3,9 - adição de 3,9% de óleo de palmiste; 5,2 - adição de 5,2% de óleo de palmiste;

³ Nível de significância, L – linear; Q- quadrático

A presença do óleo de palmiste em níveis crescentes na dieta de cordeiros não afetou as características sensoriais da carne, em seus parâmetros de sabor ($P=0,101$), maciez ($P=0,462$), sabor ovino ($P=0,416$), odor ovino ($P=0,507$) e aceitação global ($P=0,335$) (Tabela 6). Entretanto, a presença de óleo de palmiste na dieta afetou quadraticamente a suculência da carne ($P=0,009$), contudo, não foi possível determinar o nível de inclusão de óleo de palmiste em que houve menor suculência, visto que este se encontra fora dos limites biológicos avaliados.

DISCUSSÃO

O efeito observado sobre as variáveis de peso corporal ao abate, pesos de carcaça quente e fria, bem como área de olho de lombo (Tabela 3) são reflexo direto da diminuição observada para a ingestão da dieta. Com o aumento da inclusão de óleo de palmiste na dieta houve diminuição no consumo de alimentos de 1,113kg para 0,673kg entre o tratamento sem a inclusão de óleo de palmiste e com o nível de inclusão de 5,2%, respectivamente, o que representa uma redução de 39,5%. Com isto o ganho de peso foi menor para os animais conforme a concentração de óleo de palmiste aumentou.

O rendimento comercial da carcaça (RCC) permaneceu inalterado até o nível de inclusão de 2,66% de óleo de palmiste na dieta (Figura 1), com redução linear a partir deste ponto, conforme o nível de óleo de palmiste na dieta aumentou e este comportamento até o nível supracitado pode estar relacionado com o aproveitamento da dieta e um nível de consumo que favoreceu o maior desenvolvimento corporal dos animais neste nível, em relação aos níveis de maior inclusão.

Os pesos dos cortes comerciais, da mesma forma que as variáveis relacionadas aos pesos da carcaça e seu rendimento, diminuíram com o aumento do óleo de palmiste, devido ao menor ganho de peso e consequente deposição muscular na carcaça. Os requerimentos nutricionais são variáveis e dependentes, dentre outros fatores, da idade, taxa de ganho (NRC, 1985), havendo influência da quantidade de nutrientes consumido sobre o ganho de peso e consequentemente, composição da carcaça com relação aos cortes comerciais. Desta forma, a diminuição no consumo

de alimentos com o aumento nas concentrações do óleo de palmiste na dieta reduziu a disponibilidade de nutrientes para promover aumento no ganho de peso e deposição de músculo na carcaça, promovendo, assim, redução no peso dos cortes comerciais a carcaça de ovinos.

O rendimento do corte do músculo *L. lomborum* e do pescoço, diferentemente dos rendimentos dos cortes como pescoço, paleta, pernil e costelas foram afetados pela presença do óleo de palmiste na dieta de ovinos, não foi alterada pela presença desta fonte de ácidos graxos. Segundo Siqueira, Simões & Fernandes (2001), a composição da carcaça pode ser afetada por fatores como sexo, genética e alimentação. Sobre esse aspecto, considerando a utilização de animais da raça Santa Inês machos não castrados, considera-se a alimentação como principal fator de influência sobre a composição da carcaça, no que diz respeito à proporção dos cortes comerciais. Entretanto, a utilização de dietas com diferentes concentrações de óleo de palmiste em sua composição não foi capaz de promover alteração no rendimento do corte comercial lombo em relação ao peso da meia carcaça, e isto pode estar relacionado com o desenvolvimento desta região anatômica em relação às demais, já que esta apresenta desenvolvimento muscular tardio no animal (HAMMOND, 1966) em comparação às demais, e, uma vez que os animais foram abatidos com idade aproximada de 10 meses, supõe-se não ter havido tempo hábil para verificar efeito sobre o rendimento deste corte comercial, semelhantemente ao observado nos demais cortes.

A presença do óleo de palmiste na dieta não afetou o pH inicial e final do lombo de cordeiros. O pH da carne é influenciado pela concentração de glicogênio no músculo, no processo de transformação deste em carne após o abate (DUSTON, 1983) e quanto maior sua concentração, maior a queda no pH, acidificando a carne pelo metabolismo anaeróbico do glicogênio muscular que é transformado a ácido láctico (PETERSEN, 1984), que devido à ausência de sistema circulatório se acumula no músculo e com isso causa a queda do pH neste ambiente. Os valores médios de pH inicial e final do lombo foram de 6,94 e 5,97, respectivamente, estando os valores de pH final levemente acima da faixa de pH considerado ótimo para a carne ovina que está entre 5,5 e 5,8 (SILVA SOBRINHO et al., 2005).

As características de qualidade da carne como perdas por cocção, capacidade de retenção de água e força de cisalhamento não foram influenciadas pela presença do óleo de palmiste na dieta de ovinos. Contudo, existe grande influência do pH sobre

a capacidade de retenção de água da carne (HAMM, 1961) e esta afeta as características de perdas por cocção e maciez (BOUTON; HARRIS & SHORTHOSE, 1971), sendo esta medida pela força de cisalhamento que também sofre grande influência do genótipo (DUCKET et al., 1998). Com isso, a falta de efeito observada no pH da carne pode explicar a ausência de efeitos nos demais atributos avaliados.

A falta de efeito para a variável de pH observada nesse estudo ocasionou o mesmo comportamento para as variáveis relacionadas à coloração da carne, sem haver efeito da concentração do óleo de palmiste na dieta de cordeiros em terminação.

Os resultados obtidos para a luminosidade (L^*) e intensidades de vermelho (a^*) e amarelo (b^*) não foram afetados pela presença do óleo de palmiste na dieta, com valores médios de 37,65 para luminosidade, 21,28 para intensidade de vermelho e 5,38 para intensidade de amarelo. Os valores médios de luminosidade e teor de vermelho encontram-se dentro dos valores observados por Bressan et al. (2001) no músculo *L. dorsi* de ovinos, com luminosidade variando entre 32,46 a 42,29, teor de vermelho entre 10,39 e 13,89, verificando valor inferior do teor de amarelo obtido no presente estudo em relação ao citado pelo autor (6,73 e 8,15).

Fatores relacionados ao animal como a localização do músculo analisado, idade, raça e condição sexual e fatores extrínsecos como nutrição e manejos pré e pós abate podem causar variações na composição química da carne (FORREST, 1979). A tendência de efeito quadrático observado para o teor de lipídeos da carne de cordeiros pode estar relacionada com o maior consumo deste nutriente visto o efeito que a nutrição pode causar sobre a composição química da carne.

A respeito do perfil de ácidos graxos do lombo de cordeiros alimentados com dietas contendo óleo de palmiste, apenas o ácido linoleico conjugado (CLA) e o ácido linolênico (C18:3 n-3) foram afetados com a inclusão do ácido láurico na dieta dos animais. O CLA origina-se no processo de biohidrogenação incompleta no rúmen e da síntese que ocorre no tecido animal utilizando o ácido graxo C 18:1^{t-11} (ácido oleico - vacênico) como intermediário (BAUMAN et al., 1999). De acordo com este mesmo autor, a dieta é o fator de maior influência, podendo modificar a concentração de CLA pelo aumento no substrato lipídico para síntese deste composto no tecido corporal, e a alteração em tal concentração ocorre pela modificação no ambiente ruminal, afetando microrganismos, sobretudo bactérias que atuam no processo de biohidrogenação dos ácidos graxos poli-insaturados, aumentando a quantidade que escapa para absorção pelo organismo do animal.

Esperava-se que a presença do óleo de palmiste na dieta de ovinos causasse modificação do ambiente ruminal pela seleção de microrganismos pela alta concentração de ácidos graxos de cadeia média, como o ácido láurico, afetando o processo de biohidrogenação e, assim, promover o aumento nas concentrações de CLA incorporadas à carne de cordeiros, contudo, foi possível observar que as concentrações deste ácido graxo permaneceram estáveis até o ponto de 3,44% de inclusão do óleo de palmiste, com declínio nas concentrações de CLA na carne de cordeiros quando os níveis de inclusão foram superiores. Este efeito pode estar ligado com a redução nas concentrações dos ácidos graxos insaturados pelo aumento na concentração dos ácidos graxos saturados devido à própria composição em ácidos graxos do óleo de palmiste, diminuindo, desta forma, a formação de substratos para a síntese de CLA, associado ao efeito do ácido láurico sobre a população ruminal.

De modo semelhante, as concentrações do ácido graxo alfa-linolênico no lombo de cordeiros permaneceram estáveis até o ponto de 2,17% de inclusão de óleo de palmiste, com redução linear a partir deste ponto, onde tal resposta pode estar relacionada com a diminuição desta fonte de ácidos graxos na dieta dos animais, o que diminui a quantidade que pode escapar do processo de biohidrogenação para ser absorvido e incorporado ao tecido animal.

As concentrações de ácido araquidônico e ácido docosahexaenoico (DHA) apresentaram efeito quadrático, entretanto não foi possível determinar o nível de inclusão de óleo de palmiste onde a concentração destes ácidos graxos foi maior, visto que os mesmos se encontram fora dos limites biológicos avaliados neste trabalho. O DHA é um ácido graxo essencial para o crescimento e desenvolvimento cerebral em crianças, sendo também requerido para a manutenção das funções normais do cérebro em adultos, tendo o ácido α -linolênico, como seu precursor (HORROCKS & YEO, 1999; NARAYAN; MIYASHITA & HOSAKAWA, 2006). A concentração de ácido linolênico nas dietas experimentais diminuiu com o aumento do ácido láurico e a diminuição na concentração do ácido linolênico pode ter ocasionado redução deste composto na carne de cordeiros.

A relação entre os ácidos graxos das famílias ômega 6 e ômega 3 (relação ω -6: ω -3) aumentou quando a presença do óleo de palmiste na dieta aumentou e este resultado tem íntima relação com a diminuição na concentração dos ácidos graxos pertencentes à família ômega 3, mesmo não sendo observado efeito sobre a concentração total de ácidos graxos pertencentes a esta família. O aumento na

relação entre ácidos graxos ω -6: ω -3 tem íntima ligação com o perfil de consumo de alimentos, com maior ingestão de ácidos graxos da família ω -3 e que a manutenção de baixa relação entre eles têm associação com a redução do risco de ocorrência de doenças crônicas, principalmente àquelas ligadas à agregação plaquetária como aterosclerose e doenças cardíacas (SIMOPOULOS, 2002).

O aumento na relação ω -6: ω -3 no lombo de cordeiros com o aumento do óleo de palmiste é indesejável, visto que a maior relação entre estes ácidos tem íntima relação com a ocorrência de enfermidades e respostas inflamatórias, onde a importância da relação entre os ácidos graxos essenciais das famílias ω -6 e ω -3 está na relação ω -6: ω -3 ideal, que deve variar entre 1:1 a 1:4, sendo tal amplitude determinada de acordo com o tipo de enfermidade em questão (SIMOPOULOS, 2002). A manutenção de baixa relação ω -6 e ω -3 está associada à diminuição nas respostas inflamatórias pela diminuição da liberação de substâncias pró-inflamatórias, como a citocina IL-6 (DINICOLANTONIO; O'KEEFE, 2018).

O óleo de palmiste não exerceu efeito sobre a avaliação de alguns atributos sensoriais da carne ovina como características de sabor, maciez, odor ovino e aceitação global. Os atributos sensoriais da carne ovina podem sofrer variação de acordo com características como espécie, idade, sexo, alimentação e fatores relacionados ao manejo *post-mortem* além da conservação da carne (OSÓRIO; OSÓRIO & SAÑUDO, 2009; GUERRERO et al., 2013) podendo sofrer influência da presença de ácidos graxos da dieta sobre o sabor, maciez e suculência da carne (WOOD et al., 2004), podendo haver influência de fatores ligados ao procedimento de cocção e qualidade da carne ainda fresca sobre a suculência da carne (AASLYNG et al., 2003). Embora a presença do óleo de palmiste em níveis crescentes na dieta de ovinos não tenha causado alterações sobre algumas características sensoriais, percebeu-se efeito deste sobre a característica de suculência da carne com comportamento quadrático, não sendo possível determinar o nível de inclusão de óleo de palmiste em que houve menor percepção da suculência da carne, uma vez que este nível se encontra fora dos níveis avaliados no presente trabalho.

Fatores como capacidade de retenção de água e teor de gordura intramuscular podem afetar a suculência da carne, sendo positivamente correlacionadas (JOO et al., 2013). A presença do óleo de palmiste na dieta não afetou a capacidade de retenção de água da carne, contudo, verificou-se tendência de efeito quadrático sobre o teor de lipídeos da carne e tal variação pode ter afetado esta característica, provocando

diminuição na suculência da carne conforme o nível de inclusão óleo de palmiste na dieta de cordeiros aumentou.

CONCLUSÃO

A presença do óleo de palmiste na dieta de cordeiros até o nível de 5,2% de inclusão reduziu o rendimento comercial da carcaça, bem como as concentrações dos ácidos graxos insaturados CLA e da família ômega 3, com aumento nas concentrações dos ácidos graxos da família ômega 6 e na relação ω -6: ω -3.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASLYNG, M. D.; BEJERHOLM, C.; ERTBJERG, P.; BERTRAM, H. C.; ANDERSEN, H. J. Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. **Food Quality and Preference**, v. 14, n. 4, p. 277-288, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/s0950-3293\(02\)00086-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0950-3293(02)00086-1).

ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. características de qualidade do contrafilé (m. *L. dorsi*) de touros jovens da raça nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p.205-210, 1998. <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20611998000200012>.

ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal Vascular Brasileiro**, [s. l], v. 3, n. 2, p. 145-154, jun. 2004.

AOAC - Official methods of analysis, Association of official analytical chemist, 19th edition, Washington D.C., USA, 2012.

BAUMAN, D. E.; BAUMGARD, L. H.; CORL, B. A. GRIINARI, J. M. Biosynthesis of conjugated acid in ruminants. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, v.4, p.1-15, 1999.

BEECHER, G. R. Phytonutrients' Role in Metabolism: Effects on Resistance to Degenerative Processes. **Nutrition Reviews**, v. 57, n. 9, p.3-6, 1999. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1753-4887.1999.tb01800.x>.

BHATT, R. S.; SOREN, N. M.; TRIPATHI, M. K.; KARIM, S. A. Effects of different levels of coconut oil supplementation on performance, digestibility, rumen fermentation and carcass traits of Malpura lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 164, n. 1-2, p.29-37, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.11.021>.

BOUTON, P. E.; HARRIS, P. V.; SHORTHOSE, W. R. Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. **Journal of Food Science**, v. 36, n. 3, p.435-439, 1971. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1971.tb06382.x>.

BRESSAN, M. C.; PRADO, O. V.; PEREZ, J. R. O.; LEMOS, A. L. S. C.; BONAGURIO, S. Efeito do peso ao abate de cordeiros santa inês e bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 293-303, 2001.

CERÓN, A. A. S. **Produção de ésteres alquílicos com potencial lubrificante por transesterificação enzimática do óleo de palmiste e álcoois superiores**. 2017. 152 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Biotecnologia Industrial na Área de Microbiologia Aplicada, Escola de Engenharia de Lorena, Lorena, 2017.

CHRISTIE, W. W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesterol esters. **Journal of Lipid Research**, v. 23, p.1072, 1982.

CHRYSTALL, B. Meat texture measurement. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Eds.) Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products, **Advances in Meat Research.**, 1994, p. 316-336.

COLOMER-ROCHER, F.; MORAND-FHER, P.; KIRTON, A.H. Standard methods and procedures for goat carcass evaluation, jointing and tissue separation. **Livestock Production Science**, v.17, p. 149-159, 1987.

DINICOLANTONIO, J. J.; O'KEEFE, J. H. Importance of maintaining a low omega-6/omega-3 ratio for reducing inflammation. **Open Heart**, [S.L.], v. 5, n. 2, p. 1-3, nov. 2018. BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/openhrt-2018-000946>.

DUCKETT, S. K.; KLEIN, T. A.; LECKIE, R. K.; THORNGATE, J. H.; BUSBOOM, J. R.; SNOWDER, G. Effect of freezing on calpastatin activity and tenderness of callipyge lamb. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 7, p.1869-1874, 1998. <http://dx.doi.org/10.2527/1998.7671869x>.

DUTSON, T. R. The measurement of pH in muscle and its importance to meat quality. In: ANNUAL RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 36., 1983, Proceedings... p.92-97. 1983.

EL SOHAIMY, S. A. Functional Foods and Nutraceuticals-Modern Approach to Food Science. **World Applied Sciences Journal**, v. 5, n. 20, 2012. p.691-708

FORREST, J. C., ABERLE, E. D., HEDRICK, H. B., JUDGE, M. D., MERKEL, R. A. **Fundamentos de ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia, 363p. 1979.

GUERRERO, L. Panel entrenado. In: CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. (Eds.) **Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes**. Madrid: INIA, 2005. p. 397 - 408. (Monografías, 3).

GUERRERO, A.; VALERO, M. V.; CAMPO, M. M.; SAÑUDO, C. Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork. Review - doi. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 4, p.335-347, 2013. <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i4.21756>.

HAMM, R. Biochemistry of Meat Hydration. **Advances in Food Research**, v. 10, p. 355-463, 1961. doi:10.1016/s0065-2628(08)60141-x

HAMMOND, J. Pricipios de la explotación animal. Zaragoza: Acribia, 363p. 1966.

HARA, A.; RADIN, N. S. Lipid extraction of tissues with low-toxicity solvent. **Analitical Biochemistry**, v. 90, p.420-426,1978.

HORNUNG, B.; AMTMANN, E.; SAUER, G. Medium chain length fatty acids stimulate triacylglycerol synthesis in tissue culture cells. **Biochemical Pharmacology**, v. 43, n. 2, p.175-181, 1992. [http://dx.doi.org/10.1016/0006-2952\(92\)90275-n](http://dx.doi.org/10.1016/0006-2952(92)90275-n).

HORROCKS, L. A.; YEO, Y. K. Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA). **Pharmacological Research**, v. 40, n. 3, p.211-225, 1999. <http://dx.doi.org/10.1006/phrs.1999.0495>.

JOO, S. T.; KIM, G. D.; HWANG, Y. H.; RYU, Y. C. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. **Meat Science**, [S.L.], v. 95, n. 4, p. 828-836, dez. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.044>.

KARAMI, M.; PONNAMPALAM, E. N.; HOPKINS, D. I. The effect of palm oil or canola oil on feedlot performance, plasma and tissue fatty acid profile and meat quality in goats. **Meat Science**, v. 94, n. 2, p.165-169, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.02.004>.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3. ed. Santa Maria, Rs: Ufsm, 2016. 216 p.

MACDOUGALL, D. B. COLOUR MEAT. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Ed.). **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**: Advances in Meat Research. London: Academic Press, 1994. Cap. 3. p. 79-93. (VOLUME 9).

MACHADO, N. A. F.; PARENTE, M. O. M.; PARENTE, H. N.; ZANINE, A. M.; MOREIRA FILHO, M. A.; CUNHA, I. A. L.; SOUSA, J. M. S.; ANJOS, L. F.; FERREIRA, D. J.; ARAÚJO, J. S. The physiological response, feeding behavior and water intake of feedlot lambs supplemented with babassu oil or buriti oil. **Biological Rhythm Research**, p.1-12, 2018. <http://dx.doi.org/10.1080/09291016.2018.1526499>.

MAHDAVI, A.; MAHDAVI, A.; DARABIGHANE, B.; MEAD, A.; LEE, M. R. F. Effects of soybean oil supplement to diets of lactating dairy cows, on productive performance, and milk fat acids profile: a meta-analysis. **Italian Journal of Animal Science**, v. 18, n. 1, p. 809-819, 2019. <http://dx.doi.org/10.1080/1828051x.2019.1585211>.

MILTENBURG, G. A. J.; WENSING, T. H.; SMULDERS, F. J. M.; BREUKINK, H. J. Relationship between blood hemoglobin, plasma and tissue iron, muscle heme pigment, and carcass color of veal1. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 9, p.2766-2772, 1992. <http://dx.doi.org/10.2527/1992.7092766x>.

MILTKO, R.; MAJEWSKA, P.; BELZECKI, G.; KULA, K.; KOWALIK, B. Growth performance, carcass and meat quality of lambs supplemented different vegetable oils. **Asian-australasian Journal of Animal Sciences**, v. 32, n. 6, p.767-775, 2019. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.18.0482>.

MORAES, M. A. C. **MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO SENSORIAL DOS ALIMENTOS**. 8. ed. Campinas: Unicamp, 93 p. 1993.

MOUNTFORD, C. E.; GROSSMAN, G.; REID, G.; FOX, R. M. (1982) Characterization of transformed cells and tumors by proton nuclear magnetic resonance spectroscopy. **Cancer Research**, v. 42, n. 6, p. 2270-2276, 1982.

MOUNTFORD, C. E.; WRIGHT, L. C. Organization of lipids in the plasma membranes of malignant and stimulated cells: a new model. **Trends in Biochemical Sciences**, v. 13, n. 5, p.172-177, 1988. [http://dx.doi.org/10.1016/0968-0004\(88\)90145-4](http://dx.doi.org/10.1016/0968-0004(88)90145-4).

NARAYAN, B.; MIYASHITA, K.; HOSAKAWA, M. Physiological Effects of Eicosapentaenoic Acid (EPA) and Docosahexaenoic Acid (DHA)—A Review. **Food**

Reviews International, v. 22, n. 3, p.291-307, 2006.
<http://dx.doi.org/10.1080/87559120600694622>.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of domestic animals: nutrient requirements of sheep. Washington, D.C.: NRC, 91p. 1985.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, DC, 384 p. 2007.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M. **Produção de carne ovina**: técnicas de avaliação *in vivo* e na carcaça. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 82 p. 2005.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. spe., p.292-300, 2009.
<http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982009001300029>.

PASQUALE, M. G. The Essentials of Essential Fatty Acids. **Journal Of Dietary Supplements**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 143-161, jan. 2009.
<http://dx.doi.org/10.1080/19390210902861841>.

PETERSEN, G. V. Cross-sectional studies of ultimate pH in lambs. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 32, n. 4, p.51-57, 1984.
<http://dx.doi.org/10.1080/00480169.1984.11728698>.

RAES, K.; DE SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 113, n. 1-4, p.199-221, 2004. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2003.09.001>

RODRIGUES-RUIZ J.; BELARBI, E.; SANCHEZ, J. L. G.; ALONSO, D. L. **Rapid simultaneous lipid extraction and transesterification for fatty acid analyses**. Biotechnology Techniques v.12, n. 9, p. 689-691, 1998.

SHINGFIELD, K. J.; WALLACE, R. J. Synthesis of Conjugated Linoleic Acid in Ruminants and Humans. In: SELS, B.; PHILIPPAERTS, A. (Ed.). **Conjugated Linoleic Acids and Conjugated Vegetable Oils**. Catalisys Series, Cap. 1. p.1-65. 2014.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Body composition and characteristics of carcass from lambs of different genotypes and ages at slaughter**. Palmerston North: Massey University, 54 p. (Report (Post Doctorate in Sheep Meat Production)). 1999.

SILVA SOBRINHO, A. G.; PURCHAS, R. W.; KADIM, I. T.; YAMAMOTO, S. M. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p.1070-1078, 2005.
<http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982005000300040>.

SIMOPOULOS, A. P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 56, n. 8, p.365-379, 2002.
[http://dx.doi.org/10.1016/s0753-3322\(02\)00253-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0753-3322(02)00253-6).

SIQUEIRA, E. R.; SIMÕES, C. D.; FERNANDES, S. Efeito do sexo e do peso ao abate sobre a produção de carne de cordeiro. Morfometria da carcaça, pesos dos cortes, composição tecidual e componentes não constituintes da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p.1299-1307, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982001000500025>.

SOLOMON, M. B.; LYNCH, G. P.; LOUGH, D. S. Influence of dietary palm oil supplementation on serum lipid metabolites, carcass characteristics, and lipid composition of carcass tissues of growing ram and ewe lambs. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 9, p.2746-2751, 1992. <http://dx.doi.org/10.2527/1992.7092746x>.

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

WARRISS, P. D. **Meat science**: an introductory text. New York: Cabi, 310 p. 2000.

WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; FISHER, A. V.; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P. R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v. 66, n. 1, p.21-32, 2004. [http://dx.doi.org/10.1016/s0309-1740\(03\)00022-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0309-1740(03)00022-6).

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

A presença do óleo de palmiste na dieta de ovinos pode trazer benefícios com relação ao aproveitamento do alimento pelos animais, com aumento na digestibilidade dos nutrientes, o que melhora a conversão alimentar visto seu efeito sobre o consumo de alimentos.

Do ponto de vista de qualidade da carne com relação ao perfil de ácidos graxos, a presença do óleo de palmiste na dieta de ovinos causou redução nas concentrações de CLA e ácido graxo alfa-linolênico, o que favoreceu o aumento na relação de ácidos graxos ômega 6 e 3, acima dos valores considerados como ideais. Torna-se necessária a realização de mais estudos que demonstrem os reais efeitos da presença desta fonte de ácidos graxos sobre os parâmetros de qualidade da carne de ovinos.