

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
PROGRAMA DE DOUTORADO EM ZOOTECNIA**

**TORTA DE GIRASSOL ORIUNDA DA PRODUÇÃO DO BODIESEL NA  
ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS MISTIÇOS SANTA INÊS**

**ANNY GRAYCY VASCONCELOS DE OLIVEIRA LIMA**

**SALVADOR – BAHIA  
SETEMBRO – 2016**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
PROGRAMA DE DOUTORADO EM ZOOTECNIA**

**TORTA DE GIRASSOL ORIUNDA DA PRODUÇÃO DO BIODIESEL NA  
ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS MISTIÇOS SANTA INÊS**

**ANNY GRAYCY VASCONCELOS DE OLIVEIRA LIMA**  
Zootecnista

**SALVADOR – BA  
SETEMBRO – 2016**

**ANNY GRAYCY VASCONCELOS DE OLIVEIRA LIMA**

**TORTA DE GIRASSOL ORIUNDA DA PRODUÇÃO DO  
BIODIESEL NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS MESTIÇOS  
SANTA INÊS**

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

**Área de Concentração:** Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira  
Coorientador: Prof. Dr. Thadeu Mariniello Silva

**SALVADOR – BA  
SETEMBRO – 2016**

**Sistemas de Bibliotecas – UFBA**

Lima, Anny Graycy Vasconcelos de Oliveira.

Torta de girassol oriunda da produção do biodiesel na alimentação de cordeiros mestiços Santa Inês / Anny Graycy Vasconcelos de Oliveira Lima. - 2016.

103 f. : il

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Lopes Oliveira.

Coorientador: Prof. Dr. Thadeu Mariniello Silva.

Tese (doutorado) - Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Salvador, 2016.

1. Ácidos graxos. 2. Coprodutos. 3. Helianthus annuus L. 4. Ovinos deslanados.  
5. Rendimento de carcaça - I. Oliveira, Ronaldo Lopes. II. Silva, Thadeu Mariniello. III. Universidade Federal da Bahia. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

CDD - 636.084

CDU - 614.95

**TORTA DE GIRASSOL ORIUNDA DA PRODUÇÃO DO  
BIODIESEL NA ALIMENTAÇÃO DE CORDEIROS MISTIÇOS  
SANTA INÊS**

Anny Graycy Vasconcelos de Oliveira Lima

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

Salvador, 30 de setembro de 2016

Comissão examinadora:

---

Dr. Ronaldo Lopes Oliveira  
UFBA  
Orientador / Presidente

---

Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho  
UFBA

---

Dra. Analivia Martins Barbosa  
UFBA

---

Dra. Elzania Sales Pereira  
UFC

---

Dr. Maikal Souza Borja  
UFBA

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade, continua misterioso diante de meus olhos”.

Isaac Newton

Painho e mainha, a capacidade de acreditar e investir em mim, além de seus cuidados e dedicação foram o que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir com segurança e certeza de que não estava sozinha nesta caminhada. À minha família

Dedico

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por Sua presença constante em minha vida, por me iluminar, guiar, amparar nos momentos difíceis, me dar força interior para superar as dificuldades, mostrar o caminho nas horas incertas e me suprir em todas as minhas necessidades.

À minha família, a qual amo muito, pelo carinho, paciência, incentivo e por sempre acreditarem em mim. Aos meus pais, Edson e Cleide, que me deram não somente a vida, mas principalmente a minha educação e condições de estudo e que em alguns momentos enfrentaram, juntamente comigo, a tristeza de uma longa distância (primeiro sair do estado, depois sair do país), mas tenho certeza que valeu a pena, sem o apoio de vocês eu não teria conseguido.

A minha irmã Anny Kelly por sempre torcer por mim, ao meu cunhado Frederico e minhas sobrinhas Maria Luiza e Ana Beatriz pelos momentos de felicidade, carinho e amor.

Ao meu “menino” Relinho, meu amigo fiel, que sempre me fez sorrir, afastando a tristeza de meu lado.

Eu fortemente agradeço a meu grande amigo, companheiro e eterno namorado, Thiago Vinicius, por sempre me apoiar, incentivar e acreditar em mim, sempre me falando ou me enviando mensagens de incentivo e carinho, nunca me deixando desistir. Meu amor, só tenho a agradecer a Deus por ter me presenteado com você em minha vida, estando ao meu lado em momentos que eu considerava bem difíceis e você sempre me dando forças para superar e seguir em frente. Agradeço também a minha sogra Maria das Graças e minha cunhada Paloma, pelas palavras carinhosas e incentivadoras. Ao meu sobrinho adquirido Enzo, que ainda não conquistei completamente, mas esta é uma meta para minha vida.

Às minhas amigas Fabricia, Michelle, Jacianelly (amizade iniciada no CCA/UFPB) e a Iara minha vizinha e irmã, pela amizade sólida e verdadeira, por todos momentos divertidos que passamos juntas, como também pela energia positiva e pelo carinho, nunca esquecerei de vocês, são pessoas que realmente fizeram e fazem parte de minha vida.

As minhas amigas Elisiane (Índia), Silvana, Marina e Luciana que me deram o prazer da convivência, trocando experiências, ensinamentos, alegrias e “trocando conversas” até altas horas da noite. Obrigada meninas, isto foi fundamental para me dar forças e superar a distância de minha família.

Ao meu orientador Ronaldo Oliveira e coorientador Thadeu Silva que acreditaram em meu potencial em executar um experimento de nutrição animal, área essa que até o momento, ainda não tinha tido a oportunidade. Obrigada pelos ensinamentos, por acreditar no futuro deste projeto e por contribuir para o meu crescimento profissional.

A equipe que me acolheu com muita paciência na Universidade de Alberta (CA), Dra. Heather Bruce e Dra. Wendy Wismer, aos pós docs Bimol Roy, Chamali Das e Linda e aos pós-graduandos Huaigang Lei, Maidah Khalig e Zhiqiang Jiu (Johnny).

Aos pós-docs André Leão, Caius Pellegrini, Claudilene de Abreu, Gabriela Cambuí, Jaqueline Trajano, Marcondes Freitas Neto, Nilton Guedes Jr., Rebeca Ribeiro, Silvana Teixeira, Tiago Rocha, Thiago Vinicius, Wender Souza, que contribuíram com ensinamentos e experiências, o que resultou em um projeto realizado com sucesso.

As minhas grandes amigas Angela Maria e Patricia Cirqueira, companheiras estas que sei que posso contar sempre. Muito obrigada por tudo, principalmente por nossas risadas. Vocês me ajudaram muito a ter forças e não desistir. Sentirei muita falta de nossa convivência.

Aos meus amigos Italo Reneu, Dallyson Coura, Fabiano e aos meus novos amigos conquistados na estação experimental de São Gonçalo dos Campos, Roni e Messias, que contribuíram na execução deste experimento. A participação de vocês foi fundamental para a realização deste trabalho.

Aos colegas de Pós-graduação Adin Daza, Alexandre Perazzo, Amanda Souza, Ana Alice Gouvêa, Ana Caroline, Bruna Yasnaia, Camila Oliveira, Claudia Horne, Fleming Campos, Emellinne Ingrid, Fabio Nicory, Fernanda Maria, Henri Daniel, Isis Nicory, Jocasta Meira, Jonival Costa, Jusaline (Aline), Larissa Queiroz, Luana Paula, Lucas Feitosa, Marcus Bonina, Marina Cirqueira, Nivaldo Santana Filho, Patrícia Dutra, Paula Aguiar, Poliane Meire, Polyana Rodrigues, Rebeca Ribeiro, Saulo Sousa, Seldon Souza, Susana Gesteira, Vinicius Oliveira, pela amizade e aprendizagem que construímos juntos.



Aos pibics Abraão Nunes, Adrielle Araújo, Alair Sampaio, Alan Sidney, Daniel Amaral, Elisiane Sateles, João Batista da Silva, Jamile Amorim, Jorge Mascarenhas, Juliana Lima, Larissa Borges, Lorena Pita, Lorena Ribeiro, Maurício Xavier, Tarcisio Barros, Taís Pinheiro, Tuanna Fernandes, que ajudaram e contribuíram bastante com este trabalho, como também creio que contribuí com sua iniciação científica.

Aos meus amigos do Ciências Sem Fronteiras, Adriano Cotrim, Breno, Carolina Morais, Catarina Brandão, Felipe Cruz, Giulia Sterchele, Isabela Sá, João Victor, Mayara Oliveira, Monaliza Arruda, Vivian Figueiredo, Victor Guida, Victor Salmazo, Iohann Oro, e os amigos lá conquistados, Caio Amgarten, Evita Mcconnell, Mara Lucas e Maykon Rotondo, Tharsini Siva. Sair de seu país de origem, sem ter domínio na língua inglesa e desconhecendo os costumes de outros países, não foi uma tarefa fácil para mim, mas vocês foram fundamentais em me ajudar a deixar tudo mais simples nessa trajetória, muito obrigada!

A técnica do laboratório de nutrição animal (LANA) Arinalva Silva, que me orientou e me ensinou a executar as análises necessárias para este projeto.

Sou eternamente grata ao Prof. Walter, pela disponibilidade de tempo, paciência e ensinamentos. Obrigada professor, mesmo à distância e eu hoje estando em uma outra instituição, o senhor ajudou me esclarecendo dúvidas.

Agradeço a banca examinadora constituída pelos professores Analívia Barbosa, Elzania Pereira, Gleidson Carvalho, Máikal Borja e Ronaldo Oliveira, pelas considerações pertinentes que enriqueceu ainda mais este trabalho.

Ao Centro de Ciências Agrarias da Universidade Federal da Bahia, através do Departamento de Zootecnia pela oportunidade concedida, como também ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia e a todos os professores do Programa que contribuíram para o enriquecimento da minha formação profissional.

Quero agradecer a todas as pessoas que de algum modo, nos momentos serenos e ou apreensivos, fizeram ou fazem parte da minha vida. Peço desculpas aqueles que no momento foram traídos pela minha memória. Agradeço a todos de coração, pois uma conquista assim não se consegue sozinha.

Minha eterna gratidão.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

ANNY GRAYCY VASCONCELOS DE OLIVEIRA LIMA – nasceu no dia 06 de abril de 1986, na cidade de Campina Grande, no estado da Paraíba, filha de Cleide Maria Vasconcelos de Oliveira Lima e Edson Barbosa de Oliveira Lima Filho. Recebeu o título de Zootecnista e de Honra ao Mérito pelo 1º Lugar entre os Graduados do Curso de Zootecnia, pela Universidade Federal da Paraíba, campus de Areia-PB em 2010. Quando acadêmico do Curso de Zootecnia, desenvolveu pesquisas na área de nutrição e produção de pequenos ruminantes, em que foi bolsista do Programa de Iniciação Científica (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq), durante 42 meses sob orientação dos professores Dr. Roberto Germano Costa e Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros. Em fevereiro de 2010, defendeu a monografia intitulada por “Componentes não constituintes da carcaça e determinação da área de olho de lombo de ovinos Santa Inês alimentados com níveis crescentes de palma forrageira “. Em março de 2010, ingressou no curso de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) na área de Produção Animal, sob a orientação do professor Dr. Roberto Germano Costa, na qual foi bolsista REUNI pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e defendeu a dissertação intitulada por “Desempenho e características de carcaça de ovinos da raça Morada Nova em diferentes pesos, castrados e inteiros”. Em 2012 ingressou no curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Bahia na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, sob a orientação do professor Dr. Ronaldo Lopes Oliveira, na qual foi bolsista FAPESB e CAPES. Foi selecionada, em outubro de 2014, pelo Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior para participar de um grupo de pesquisa em qualidade de carne sob a supervisão da professora Dra. Heather Bruce da Universidade de Alberta no Canadá. Defendeu sua tese em 30 de setembro de 2016, intitulada por “Torta de girassol oriunda da produção do biodiesel na alimentação de cordeiros mestiços Santa Inês.

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 1

#### **Torta de girassol oriunda da produção do biodiesel na alimentação de cordeiros mestiços Santa Inês – Desempenho, digestibilidade e avaliação de carcaça**

#### **Página**

Figura 1. Medidas A e B, C e GR da secção transversal entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas.... 37

### Capítulo 2

#### **Torta de girassol oriunda da produção do biodiesel na alimentação de cordeiros mestiços Santa Inês – Características qualitativas da carne**

#### **Página**

Figura 2. Preferência dos painelistas quanto a utilização de torta de girassol na dieta de cordeiros mestiços Santa Inês ..... 66

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1

	<b>Página</b>
<b>Torta de girassol oriunda da produção do biodiesel na alimentação de cordeiros mestiços Santa Inês – Desempenho, digestibilidade e avaliação de carcaça</b>	
Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais .....	31
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais utilizadas na alimentação de cordeiros mestiços Santa Inês submetidos a dietas com níveis de torta de girassol .....	32
Tabela 3. Consumo diário de nutrientes em gramas (g), gramas por quilo de peso metabólico (g/kg PC <sup>0,75</sup> ) e em gramas por quilo de peso corporal (g/kg de PC), de cordeiros mestiços Santa Inês submetidos a dietas com níveis de torta de girassol .....	39
Tabela 4. Composição da dieta efetivamente consumida (%) por cordeiros submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol .....	39
Tabela 5. Coeficiente de digestibilidade dos nutrientes (%) de dietas contendo níveis de torta de girassol para cordeiros mestiços Santa Inês .....	40
Tabela 6. Balanço de compostos nitrogenados (g/dia) em cordeiros mestiços Santa Inês submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol.....	40
Tabela 7. Desempenho de cordeiros mestiços Santa Inês submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol.....	41
Tabela 8. Biometria e morfometria de cordeiros mestiços Santa Inês submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol.....	42

Tabela 9. Características de carcaça de cordeiros mestiços Santa Inês submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol.....	42
---	----

## Capítulo 2

### **Torta de girassol oriunda da produção do biodiesel na alimentação de cordeiros mestiços Santa Inês – Características qualitativas da carne**

	<b>Página</b>
Tabela 1. Composição química e perfil de ácidos graxos dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais .....	58
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais utilizadas na alimentação de cordeiros mestiços Santa Inês submetidos a dietas com níveis de torta de girassol .....	59
Tabela 3. Características físico-químicas do músculo <i>Longissimus lumborum</i> de cordeiros mestiços Santa Inês submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol.....	65
Tabela 4. Composição centesimal do músculo <i>Longissimus lumborum</i> de cordeiros Santa Inês submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol.....	65
Tabela 5. Características sensoriais do <i>Longissimus lumborum</i> de cordeiros Santa Inês submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol.....	66
Tabela 6. Perfil de ácidos graxos em relação percentual ao total de ácidos graxos do <i>Longissimus lumborum</i> de cordeiros Santa Inês submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol.....	67
Tabela 7 Relação entre os ácidos graxos do <i>Longissimus lumborum</i> de cordeiros Santa Inês submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol.....	68

## LISTA DE SIGLAS

- A – Largura máxima do olho de lombo  
a\* - Teor de vermelho  
AC – Altura de cernelha  
AF – Altura do fêmur  
AFRC – Agricultural and Food Research Council  
AG – Altura de garupa  
AGD – Ácidos graxos desejáveis  
AGI – Ácidos graxos insaturados  
AGMI – Ácido graxo monoinsaturado  
AGPI – Ácido graxo poli-insaturado  
AGS – Ácido graxo saturado  
AOAC – Association of Official Analytical Chemists  
AOL - Área de olho de lombo  
ATP – Adenosina trifosfato  
B – Profundidade máxima do olho de lombo  
b\* - Teor de amarelo  
BN – Balanço de compostos nitrogenados  
C – Espessura mínima de gordura de cobertura  
C\* - Chroma  
CC – Capacidade corporal  
CCK – Colecistoquinina  
CD – Coeficiente de digestibilidade  
CIC – Comprimento interno da carcaça  
CIDN – Cinza indigestível em detergente neutro  
CLA – Ácido linoleico conjugado  
cm – Centímetros  
CNDT – Consumo de nutrientes digestíveis totais  
CNF – Carboidratos não-fibrosos  
CompC – Comprimento corporal  
CP – Comprimento da perna

D9C16 -  $\Delta$ 9-desaturase C16  
D9C18 -  $\Delta$ 9-desaturase C18  
DIC – Delineamento Inteiramente Casualizado  
dL – Decilitro  
EA – Eficiência alimentar  
EE – Extrato etéreo  
EPM – Erro padrão da média  
FDA – Fibra em Detergente Ácido  
FDN – Fibra em Detergente Neutro  
FDN<sub>CP</sub> – Fibra em Detergente Neutro corrigido para cinzas e proteína  
g – Gramas  
g/kgPC<sup>0,75</sup> – Gramas por quilograma de peso metabólico  
GMD – Ganho médio diário  
GR – Grade Rule  
h – Hue  
h:H – Relação de ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos  
HDL – High Density Lipoprotein  
IA – Índice de Aterogenicidade  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Kcal – Quilocaloria  
kg – Quilograma  
Kgf – quilograma força  
L\* - Luminosidade  
LDL - Low Density Lipoprotein  
LG – Largura da garupa  
LP – Largura do peito  
LT – Largura do tórax  
MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
Mb – Desoximioglobina  
MetMb – Metamioglobina  
Min – Minuto  
mL – mililitros

MO – Matéria orgânica  
MS – Matéria seca  
N – Nitrogênio  
NC – Nitrogênio consumido  
NDT – Nutrientes digestíveis totais  
NEB – Nitrogênio endógeno basal  
NF – Nitrogênio excretado nas fezes  
NR – Nitrogênio retido  
NRC – Nutrient Research Council  
NU – Nitrogênio excretado pela urina  
O<sub>2</sub>Mb – Oximioglobina  
PB – Proteína bruta  
PC – Perímetro da coxa  
PC<sup>0,75</sup> - Peso corporal metabólico  
PCF – Peso carcaça fria  
PCQ – Peso da carcaça quente  
PF – Peso final  
PG – Perímetro da garupa  
pH – Potencial hidrogeniônico  
pH<sub>24</sub> – pH mensurado com 24 horas após o abate  
PIDA – Proteína indigestível em detergente ácido  
PIDN – Proteína indigestível em detergente neutro  
PPC – Peso por cocção  
PT – Perímetro torácico  
PUFA – Poly unsaturated fatty acid  
RCF – Rendimento de carcaça fria  
RCQ – Rendimento da carcaça quente  
SFA – Saturated fatty acid  
SIF – Serviço de inspeção federal  
SRD – Sem raça definida  
USDA – United States Department of Agriculture  
VLDL – Very Low Density Lipoprotein



## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>Torta de Girassol oriunda da produção do biodiesel na alimentação de cordeiros mestiços Santa Inês</b>	
Resumo Geral.....	01
Abstract .....	02
Introdução Geral.....	03
Referencial teórico .....	05
Girassol .....	05
Lipídios na alimentação de ruminantes .....	09
Biohidrogenação e influência da dieta sob o metabolismo lipídico ruminal.....	11
Fibra na alimentação de ruminantes .....	14
Características da carcaça e qualidade de carne .....	15
Referências bibliográficas.....	17

## Capítulo 1

<b>Torta de girassol oriunda da produção do biodiesel na alimentação de cordeiros mestiços Santa Inês – Desempenho, digestibilidade e avaliação de carcaça</b>	
Resumo.....	26
Abstract .....	27
Introdução .....	28
Material e métodos.....	29
Local do experimento .....	29
Animais e instalações .....	30

Análises bromatológicas .....	30
Dietas experimentais e manejo alimentar .....	32
Consumo de nutrientes.....	33
Digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio .....	33
Desempenho dos animais.....	34
Abate e avaliação de carcaça .....	35
Medidas morfométricas .....	36
Obtenção do músculo <i>Longissimus lumborum</i> e avaliação quantitativa .....	36
Delineamento experimental e análise estatística .....	37
Resultados .....	38
Discussão .....	43
Conclusão.....	46
Referências bibliográficas.....	47

## Capítulo 2

### **Torta de girassol oriunda da produção do biodiesel na alimentação de cordeiros mestiços Santa Inês – Características qualitativas da carne**

Resumo.....	53
Abstract .....	54
Introdução .....	55
Material e Métodos .....	56
Local do Experimento.....	56
Animais e instalações.....	56
Análises bromatológicas .....	57
Dietas experimentais e manejo alimentar .....	58

Abate .....	60
Características qualitativas do músculo <i>Longissimus lumborum</i> .....	60
pH e cor .....	60
Perdas por cocção .....	61
Composição centesimal e perfil de ácidos graxos .....	61
Análise sensorial .....	63
Delineamento experimental e análise estatística .....	63
Resultados .....	64
Discussão .....	68
Conclusão .....	76
Referências Bibliográficas .....	77

## **Torta de girassol oriunda da produção do biodiesel na alimentação de cordeiros mestiços Santa Inês**

### **RESUMO GERAL**

Objetivou-se determinar o melhor nível de inclusão de torta de girassol, na dieta de ovinos mestiços Santa Inês em crescimento, com base no consumo de nutrientes, digestibilidade, balanço de nitrogênio, desempenho, características da carcaça e características qualitativas da carne destes animais. Foram utilizados 40 cordeiros machos inteiros, recém desmamados, vacinados e vermifugados, com peso inicial médio de  $20,87 \pm 0,41$  kg, distribuídos em baias individuais sob um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e 10 repetições por tratamento. As dietas apresentaram relação volumoso: concentrado de 50:50, constituída de feno de tifton-85, milho moído, farelo de soja, premix mineral, ureia associada a sulfato de amônio e níveis de torta de girassol (0,0; 10,0; 20,0 e 30,0%) na matéria seca total da dieta. O período experimental foi constituído por 71 dias, com 15 dias destinados a adaptação dos animais a dietas e baias experimentais e 56 dias destinados a coleta de dados. A digestibilidade ocorreu entre o 30° ao 35° dia, com 20 animais. Ao final do período experimental, os animais foram pesados para obter o vivo ao abate e posteriormente após serem abatidos, as carcaças foram pesadas quente e fria para cálculos de rendimento e após 24 horas do abate foram avaliadas as medidas morfométricas da carcaça e posteriormente as carcaças foram seccionadas em cortes comerciais e o *Longissimus lumborum* foi utilizado para avaliar a qualidade da carne, através das características físico-químicas, instrumentais e sensoriais. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de regressão e para a análise sensorial, também foi realizado o teste de Levene para verificar a homogeneidade de variâncias. A inclusão de torta de girassol na dieta proporcionou redução linear no consumo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro descontado cinzas e proteína (FDN<sub>cp</sub>), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) e aumento linear no consumo de extrato etéreo (EE). A digestibilidade da MS e dos CNF reduziu e a digestibilidade do EE. O balanço de nitrogênio (BN), eficiência alimentar, ganho peso, ganho médio diário, peso final e características de carcaça reduziram e espessura de gordura, o grau de acabamento, as características quantitativas e qualitativas do *Longissimus lumborum* não apresentaram efeito. Na carne, a inclusão de torta de girassol aumentou os teores de lipídios totais, umidade, somatório de ácidos graxos saturados, ácidos graxos poli-insaturados, n-6, n-3, ácidos graxos desejáveis e as relações AGPI:AGS, AGPI:AGMI e hipocolesterolêmico: hipercolesterolêmico e reduziu os ácidos graxos monoinsaturados, a relação AGMI:AGS e o índice de aterogenicidade. A inclusão de até 30% de torta de girassol na MS total da dieta reduz o consumo, o desempenho e as características de carcaça dos cordeiros, mas melhora a qualidade nutricional do perfil lipídico e sensorial da carne.

**Palavras chave:** ácidos graxos, coproduto, *Helianthus annuus* L., ovinos deslanados, rendimento de carcaça

## Sunflower cake by biodiesel production on feeding of crossbred lambs Santa Inês

### ABSTRACT

This study aimed to determine the impact of the inclusion of sunflower cake in the diets of crossbred Santa Inês lambs, based on intake, digestibility, nitrogen balance, performance, carcass characteristics and meat quality characteristics. 40 male lambs have vaccinated and wormed, with an average body weight of  $20.87 \pm 0.41$  kg. We used 10 lambs per treatment in a randomized design. The lambs have fed 50% hay (Tifton-85 chopped) to 50% concentrate (corn, soybean meal, urea, ammonium sulfate and inclusion of sunflower cake) on diet. The 4 treatment diets were 0, 10, 20, and 30% sunflower cake. The lambs were confined for 71 days, 15 days were for adjust animals and 56 days for gathering data. The digestibility trial occurred between day 30 and day 35 using 20 animals. The animals have weighted weekly and at last one day of the experimental period, the animals have fasted and slaughtered. The animals have weighed for the live weight at slaughter and the carcasses were hot and cold weighed to calculate the yield. 24 hours after slaughter, carcasses have morphometric measurements and cut in commercial cuts and the *Longissimus lumborum* was used to evaluate the meat quality through the physical and chemical, instrumental and sensory characteristics. The data were submitted to regression and analysis of variance. The sensory analysis was also conducted the Levene test to verify the variances homogeneity. The sunflower cake inclusion reduced of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber without ash and protein (NDFap), non-fibrous carbohydrate (NFC) and total digestible nutrient (TDN) intake and increased ether extract (EE) intake. The digestibility of DM and NFC reduced and digestibility of EE increased and the other fractions remained unchanged. Nitrogen balance (NB), feed efficiency, gain weight, daily average gain, final weight of the animals and carcass characteristics reduced and fat thickness, degree of finish and quantitative and qualitative characteristics of *Longissimus lumborum* remained unchanged. In the meat, the sunflower cake inclusion increased total lipid and moisture content, the saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, n-6, n-3, desirable fatty acids, the relationships PUFA:SFA, PUFA:MUFA and hypocholesterolemic: hypercholesterolemic and decreased. the monounsaturated fatty acids, the relationships MUFA:SFA and atherogenicity index. To include 30% of sunflower cake on diet reduces intake, performance and carcass characteristics of crossbred lambs Santa Inês, but it improves the nutritional quality of lipid profile and sensory of the meat.

**Keywords:** byproduct, carcass yield, fatty acid, hair sheep, *Helianthus annuus* L.

## INTRODUÇÃO GERAL

A perspectiva de produção de carne ovina no Brasil, de acordo com o seu potencial no mercado consumidor, é promissora. Principalmente na região Nordeste, mesmo possuindo o maior rebanho de caprinos e ovinos entre as grandes regiões do Brasil, a oferta de carne ovina não tem correspondido às necessidades da agroindústria instalada, isto ocorre devido à sazonalidade da oferta de forragem que proporciona baixa disponibilidade e baixa qualidade de matéria prima, associada a pouca utilização de estratégias alimentares na produção de ovinos, resultando em menor desenvolvimento dos animais, podendo até mesmo resultar em elevada mortalidade de animais jovens, por deficiência de alimentos e de nutrientes como proteína e energia durante o período seco.

A utilização de alimentos alternativos para a substituição dos grãos mais utilizados na ração animal como uma opção para a redução dos custos com a alimentação. Dentre eles, destacam-se as tortas oleaginosas oriundas da produção de biodiesel, que podem ser obtidas após a extração mecânica, obtendo como resultado um coproduto com significativas concentrações de extrato etéreo e proteína, podendo este, ser utilizado na alimentação animal, como um alimento proteico e energético em substituição total ou parcial ao farelo de soja e ao milho (GONZAGA NETO et al. 2015), componentes estes, mais onerosos da ração animal. Dentre os coprodutos oriundos do biodiesel, destaca-se a torta de girassol, que é obtida após a extração mecânica do óleo da semente de girassol (*Helianthus annuus*).

A torta de girassol de acordo com Moura et al. (2015), apresenta elevada concentração de fibra em detergente neutro (30,3% na MS), lignina (15,7% na MS) e extrato etéreo (20,7% na MS), podendo causar limitações no consumo voluntário do animal. Pois o consumo e a digestibilidade, são influenciados pela concentração de fibra, principalmente a lignina, que funciona como barreira contra a ação dos microrganismos, reduzindo a digestibilidade, aumentando o tempo de retenção da digesta, distendendo o rúmen e proporcionando ao animal a sensação de enchimento, que fará com que o animal pare de consumir (PALMQUIST e MATTOS, 2011). A elevada concentração de extrato etéreo na dieta, também pode limitar o consumo dos animais, pois a presença de ácidos graxos no abomaso, proporciona aumento na secreção de colecistoquinina (CCK) no

plasma sanguíneo, que inibe a motilidade do trato gastrintestinal, ocasionando a distensão do rúmen retículo (ALLEN, 2000, PALMQUIST e MATTOS 2011).

Porém uma dieta rica em lipídios, que não afete negativamente ou minimamente o ambiente ruminal, pode melhorar a quantidade e a qualidade do produto final dos ruminantes, pois a utilização de ingredientes ricos em ácidos graxos poli-insaturados, a exemplo da torta de girassol, que apresenta aproximadamente 68% de ácido graxo linoleico (C18:2 n-6) em sua composição lipídica (OLIVEIRA e CACERES, 2005), ao ser fornecida aos animais, pode alterar a composição de ácidos graxos na carne, pois os ácidos graxos poli-insaturados que são submetidos, em sua grande maioria, ao processo biohidrogenação ruminal, que resultará em produtos que melhoram o perfil lipídico da carne.

Os produtos intermediários do processo de biohidrogenação, o ácido linoleico conjugado (CLA) e o ácido vacênico; bem como o produto final, o ácido esteárico, deixam o rúmen e são absorvidos no intestino delgado e endogenamente, o ácido vacênico e o ácido esteárico, poderão ser convertido a CLA e ácido oleico respectivamente, através da enzima delta-9 dessaturase, sendo depositados no tecido adiposo, proporcionando assim, melhor perfil de ácidos graxos benéficos, elevando a qualidade da carne (AMORES et al. 2014; BONFIM et al. 2011; HASTENPFLUG e WOMMER, 2012; McAFEE et al. 2010; SANTOS et al. 2013; RAJU et al. 2015), visto que a carne de ruminantes é considerada uma carne rica em ácidos graxos saturados, que são responsáveis pelo aumento do colesterol plasmático, por doenças cardiovasculares e aterosclerose.

Diante do exposto acreditou-se que a torta de girassol possa substituir parcialmente o milho e o farelo de soja, sem afetar o consumo, nem as características da carcaça, e que concentração de ácido linoleico aumentará as concentrações de ácido linoleico conjugado e reduzirá as concentrações de trans-10 C18:1, melhorando assim a qualidade da carne. Para isto, a realização desta pesquisa teve como objetivo, avaliar os níveis de inclusão de torta de girassol, através do consumo, desempenho, digestibilidade, balanço de nitrogênio, características quantitativas de carcaças, composição centesimal, características físico-químicas, sensoriais e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros mestiços Santa Inês.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### **Girassol**

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual da família Compositae, originária do continente Norte Americano, apresenta grande índice de crescimento mundial, ocupando o quarto lugar por participar de 16,24% da produção de óleo mundial em relação ao dendê, soja e canola, porém ao observar o consumo de óleo, também a nível mundial, o óleo de girassol ocupa o terceiro lugar, em relação ao dendê e a soja (USDA, 2016).

Atualmente, o girassol é cultivado em todos os continentes e apresenta boa resistência tanto ao frio quanto ao calor. Cada tonelada de grão, apresenta rendimento médio de 400 kg de óleo, 250 kg de casca e 350 kg de torta (OLIVEIRA e CÁCERES, 2005), sendo pouco influenciado pela latitude e pelo fotoperíodo (EMBRAPA, 2003). Esta planta possui baixa exigência hídrica, representa uma opção nos sistemas de rotação e sucessão de culturas anuais nas regiões produtoras de grãos, adequando-se a sistemas de produção sem competir com a cultura principal e apresenta elevado teor de óleo (GAZZONI et al., 2005).

No Brasil, a produtividade média varia de 1.000 a 2.800 kg/ha de sementes, com registros no MAPA de 236 cultivares de girassol. Na safra de 2014, a produção foi de 247 mil toneladas e a área plantada de 143,5 mil ha (BRASIL, 2014).

Nas diferentes regiões produtoras do Estado da Bahia, o girassol tem mostrado fácil adaptabilidade, adequando-se à época de semeadura, às condições edafoclimáticas locais e aos sistemas de rotação e de sucessão de culturas, sendo isto importante, principalmente, por melhorar as condições físicas do solo. Resiste a períodos de estiagem, apesar de não está bem definida a necessidade hídrica do girassol, a literatura relata que há produção em uma faixa mínima de água de pouco menor que 200mm até 900mm/ciclo, porém de 500 a 700mm de água, bem distribuídos ao longo do ciclo, resultam em rendimentos próximo ao máximo (EMBRAPA, 2003).

De acordo Carrão-Panazzi e Mandarino (2005), o cultivo de girassol é principalmente destinado à produção de óleo de suas sementes e alimentação animal, mas também é utilizada na alimentação humana sob a forma de farinhas, concentrados e isolados proteicos. As sementes do girassol são ricas em óleo nobre com elevado valor



nutricional rico em ácido graxo poli-insaturado, apresentando em média 68% de ácido linoleico, considerado um ácido graxo essencial, que desempenha funções importantes no organismo humano, pois atua como anti-inflamatório e redutor de colesterol, contribuindo, assim, para a prevenção da aterosclerose e dos problemas cardiovasculares (OLIVEIRA e CACERES, 2005).

Dentre os produtos oriundos do girassol, destaca-se a torta que é obtida através da prensagem das sementes a frio, sendo muito utilizada na alimentação animal como suplemento proteico e energético, por apresentar boa aceitabilidade pelos ruminantes. Seu teor de proteína bruta varia entre 22 a 28% (CORREIA et al. 2012, PEREIRA et al. 2011), apresentando dentre os aminoácidos essenciais, maior teor de metionina e menor de lisina, quando comparado com o farelo de soja (PEIRETTI e MEINERI, 2010)

O uso da torta de girassol na alimentação de ruminantes apresenta uma alternativa de substituição aos ingredientes tradicionais da dieta de ruminantes como milho, soja e caroço de algodão (Quadro 1).

Porém sua utilização, como também de qualquer outra torta, requer atenção quanto ao teor de extrato etéreo, pois níveis de lipídios superiores a 5% na MS, promove alterações nos padrões fermentativos do rúmen que resultam em redução do consumo e a digestibilidade da matéria seca (PALMQUIST e MATTOS, 2011). Isto foi observado por Fernandes Júnior et al. (2015), ao utilizar a torta de girassol, com teor de extrato etéreo de 19,6%, em substituição ao caroço de algodão, que apresentou 6,8% de EE, o que proporcionou elevação do teor de EE das dietas, resultando em inibição do consumo, com diferença de 314g (24%) entre a dieta com 0 e 80% de substituição, apresentando efeito linear decrescente no desempenho dos animais. Amores et al. (2014) afirmaram que a utilização da torta de girassol não afetou os parâmetros produtivos do leite, e ainda favoreceu a modificação do perfil de ácidos graxos, elevando a concentração de ácidos graxos insaturados no produto final. Existem outros relatos na literatura indicando que a inclusão da torta de girassol, modifica o perfil de ácidos graxos da carne e no leite de ruminantes, com o propósito de obter produtos mais saudáveis e com maior concentração de ácidos graxos essenciais (Quadro1).

Mesacasa et al. (2012) observaram que a inclusão de torta de girassol, ou até mesmo a substituição de 100% do farelo de soja por torta, é economicamente viável e reduz os custos de produção. Com isso, associando o valor nutricional do girassol com a

Quadro 1. Efeito da torta de girassol na alimentação de ruminantes

<b>Categoria animal</b>	<b>Alimentos</b>	<b>CMS (kg de MS/dia)</b>	<b>GPD (g/dia)</b>	<b>GPT (kg)</b>	<b>Autor</b>
30 cordeiros Santa Inês inteiros	0% substituição ao caroço de algodão	1,287	2524	20,16	Fernandes Júnior et al. (2015)
	20% substituição ao caroço de algodão	1,175	2044	16,32	
	40% substituição ao caroço de algodão	1,208	1824	14,56	
	60% substituição ao caroço de algodão	0,998	1534	12,24	
	80% substituição ao caroço de algodão	0,973	1234	9,84	
24 novilhas Nelore	0% de TG em substituição ao farelo de soja	10,9	242b <sup>5</sup>	25,4 b	Goes et al. (2012)
	20% de TG em substituição ao farelo de soja	13,6	411a <sup>5</sup>	43,2 a	
	40% de TG em substituição ao farelo de soja	12,1	440a <sup>5</sup>	46,2 a	
	60% de TG em substituição ao farelo de soja	5,7	320a <sup>5</sup>	33,4 a	
20 novilhos Nelores inteiros	Sal mineral	-	161b <sup>7</sup>	13,56	Mesacasa et al. (2012)
	TG 0 e FS 265g/kg de concentrado	-	650a <sup>7</sup>	54,6	
	TG 270g/kg de concentrado	-	558a <sup>7</sup>	46,86	
	TG 540g/kg de concentrado	-	521a <sup>7</sup>	43,8	

Quadro 1. Efeito da torta de girassol na alimentação de ruminantes (continuação)

<b>Categoria animal</b>	<b>Alimentos</b>	<b>CMS (kg de MS/dia)</b>	<b>GPD (g/dia)</b>	<b>GPT (kg)</b>	<b>Autor</b>
40 cordeiros SRD inteiros	0% de inclusão de TG no concentrado	0,91	2206	12,66	Rodrigues et al. (2013)
	7% de inclusão de TG no concentrado	0,91	2006	11,46	
	14% de inclusão de TG no concentrado	0,85	1906	10,56	
	21% de inclusão de TG no concentrado	0,91	2106	11,76	
	28% de inclusão de TG no concentrado	0,85	1906	10,56	
40 cordeiros mestiços Santa Inês	12% da dieta de farelo de soja	0,989	217	14,8	Alves et al. (2016)
	12% da dieta de torta de mamona	0,964	190	12,9	
	12% da dieta de torta de girassol	0,857*	171*	11,6*	
	12% da dieta de sementes de girassol	0,789*	135*	9,18*	
9 cabritos Sudan (3 - 4 meses)	0% de inclusão de TG no concentrado	0,82	60b <sup>7</sup>	2,86	Hassan et al. (2011)
	15% de inclusão de TG no concentrado	0,83	70b <sup>7</sup>	2,52	
	25% de inclusão de TG no concentrado	0,85	80a <sup>7</sup>	3,25	

<sup>1</sup>Consumo de matéria seca, <sup>2</sup>Ganho de peso diário, <sup>3</sup>Ganho de peso total, <sup>4</sup>apresentou um comportamento linear decrescente ( $P < 0,05$ ) com a substituição do caroço de algodão por torta de girassol. <sup>5</sup>Os dados apresentaram diferença significativa com teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) e na regressão tiveram efeito quadrático positivo com nível de 30%, promovendo o ganho máximo diário de 420g/dia. <sup>6</sup>apresentou comportamento linear decrescente ( $P < 0,05$ ) com a inclusão da torta de girassol. <sup>7</sup>- a,b letras diferentes indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ). \* valores inferiores quando comparados com o farelo de soja no teste de Dunnett.

simplicidade de manejo dessa cultura, resulta em uma importante opção para os agricultores familiares no semiárido, o que a situa como uma alternativa para a viabilização do programa de produção de biodiesel, contribuindo, assim, para o incremento de ações de inclusão social nas áreas rurais.

### **Lipídios na dieta de ruminantes**

Dentre os componentes essenciais à vida animal, destacam-se os lipídios por serem a principal fonte de reserva energética, sob a forma de triglicerídeos; por auxiliarem na manutenção da temperatura corporal, reduzir as perdas por desidratação das carcaças e proporcionar melhor acabamento de carcaças através dos depósitos de gordura subcutâneo; por aumentar a capacidade de absorção e transporte das vitaminas lipossolúveis; por fornecerem ácidos graxos, essenciais nas membranas dos tecidos e atuarem como precursores da regulação do metabolismo animal, modulando a própria síntese de gordura ou o controle da ingestão de alimentos; e por aumentar a eficiência dos animais em depositar gordura em seus produtos (PALMQUIST e MATTOS, 2011).

De acordo com Nelson e Cox (2011), os lipídios compõem um grupo de compostos químicos que apresentam insolubilidade em água e solubilidade em compostos orgânicos, como uma característica em comum e podem ser organizados, em função da sua estrutura química, em oito categorias gerais: ácidos graxos, glicerolipídeos, glicerofosfolipídeos, esfingolipídios, lipídeos de esterol, lipídeos de prenol, sacarolipídeos, poliquetídeos. São considerados como uma fonte densa de energia comparada aos carboidratos, quando metabolizados pela célula, o calor médio de combustão é de 9,4 Kcal por grama de gordura oxidada, ou seja 2,25 vezes mais energia que os carboidratos que fornecem 4,2 Kcal por grama de carboidrato oxidado. Porém apesar de rica em energia, esta fonte não é considerada importante para o crescimento do microbiano.

As forragens (ricos em ácido linoleico) e grãos (ricos em ácido linolênico), principais ingredientes utilizados na alimentação de ruminantes, apresentam como fontes lipídicas, os ácidos graxos poli-insaturados, fosfolipídios, galactolipídios e triglicerídeos (VAN SOEST, 1994), essenciais para processos metabólicos e/ou estruturais. Porém, o consumo alimentar pode ser comprometido, com o uso de alimentos com teores

superiores a 8% de extrato etéreo (NRC, 2001), afetando o desempenho e/ou produção do animal.

A utilização de fontes de óleos e gorduras na alimentação de ruminantes, com o objetivo de elevar a densidade energética da dieta, tem se destacado em especial para vacas em início de lactação com balanço energético negativo, animais criados em regiões com temperaturas elevadas, em momentos de escassez de alimentos, período de seca, e exigência do consumidor por carnes e leite com perfil de ácidos graxos diferenciado por tanto mais saudáveis, o grande desafio é encontrar o nível de inclusão que não comprometa o desempenho do animal e nem seja deletério para o produto final, carne ou leite.

Outro propósito de utilizar fontes lipídicas na alimentação de ruminantes, principalmente com elevada concentração de ácidos graxos poli-insaturados, é em melhorar o perfil de ácidos graxos no produto final (PEREIRA et al. 2016) Dentro dos ácidos graxos, os poli-insaturados (AGPI), principalmente a família ômega, representados principalmente pelos ácidos linolênico (C18:3 n-3) e linoleico (C18:2 n-6) são essenciais ao organismo, para o um bom desempenho animal, pois são utilizados como precursores das moléculas regulatórias do metabolismo, participam como componentes das membranas celulares. Os ácidos graxos essenciais não são sintetizados pelo organismo, devendo ser fornecido ao animal via dieta, mas com grande atenção, pois teores elevados de AGPI na dieta de ruminantes, pode apresentar efeito tóxico aos microrganismos ruminais, principalmente as bactérias Gram-positivas, metanogênicas e protozoários, afetando a ação das enzimas hidrolíticas e prejudicando a função celular através de modificação na regulação de permeabilidade (PALMQUIST e MATTOS, 2011).

Os AGPI podem funcionar como uma barreira física aderida a partículas do alimento, impedindo que o mesmo possa ser degradado, afetam a ação das enzimas hidrolíticas, e prejudicam a função celular através de modificação na regulação da permeabilidade da membrana celular microbiana, além de poder ocasionar o rompimento da membrana e a morte da bactéria (BALIEIRO NETO e MELLOTTI, 2007; DIAS et al. 2009; JENKINS, 1993; PALMQUIST e MATTOS, 2011; URBANO et al. 2014).

Raes et al. (2004) compararam animais suplementados com óleos ricos em ácidos graxos essenciais em função da microbiota ruminal e não encontrou protozoários no líquido ruminal destes animais, evidenciando o quão tóxico estes ácidos graxos são para

os protozoários. Com isso, níveis de lipídios superiores a 5% na matéria seca (MS) promove alterações nos padrões fermentativos do rúmen, comprometendo o consumo por mecanismos regulatórios ou pela capacidade limitada em oxidar os ácidos graxos (PALMQUIST e MATTOS, 2011). Porém, Maia et al. (2006) afirmaram que a digestibilidade dos nutrientes e os parâmetros da fermentação ruminal, não foram afetados pela inclusão de 5,1% de óleos vegetais e nem por níveis de extrato etéreo superiores a 7% na MS da dieta.

Devido a toxicidade dos lipídios, a sua utilização na dieta deve ser criteriosa, considerando tanto a concentração dos lipídios na MS, bem como o perfil de ácidos graxos. A alta concentração de AGPI no alimento, mesmo com a dieta total possuindo valores inferiores a 8% de extrato etéreo, poderão causar efeitos deletérios na degradação da fibra, na taxa de passagem e conseqüentemente, na digestibilidade do alimento, pois os ácidos graxos insaturados, apresentam a capacidade de se aderir ao alimento, funcionando como uma barreira reduzindo da atividade dos microrganismos ruminais na degradação do alimento (KOZLOSKI, 2011).

### **Biohidrogenação e influência da dieta sob o metabolismo lipídico ruminal**

Nutricionistas vem buscando, através do conhecimento sobre metabolismo lipídico, manipular os fenômenos físico-químicos que acontecem a nível ruminal, com o intuito de controlar os efeitos maléficos que os ácidos graxos, sobretudo os poli-insaturados, podem causar aos microrganismos ruminais, que acabam prejudicando a digestão e a fermentação da fibra. Como mecanismo de autodefesa, os microrganismos ruminais, através da biohidrogenação, são capazes de quebrar as insaturações dos ácidos graxos, deixando-os menos tóxicos aos microrganismos, minimizando assim a concentração de redutores no rúmen, que varia de 1 a 2 % do hidrogênio metabólico produzido pela fermentação ruminal de carboidratos (JENKINS, 1993; PALMQUIST e MATTOS, 2011). Além da biohidrogenação, Keweloh e Heipieper, (1996) afirmam, que a capacidade de isomerização que algumas bactérias apresentam em sua membrana celular, pode funcionar como mecanismo de defesa contra estímulos lipofílicos e tóxicos, por reduzir a fluidez e a permeabilidade da membrana celular.

Com a finalidade de reduzir os efeitos tóxicos causados pelos ácidos graxos insaturados aos microrganismos ruminais, pesquisadores vem procurando alternativas de

manter os ácidos graxos insaturados quimicamente indisponíveis à biohidrogenação, através da gordura protegida e da gordura inerte de sais de cálcio de ácidos graxos (PALMQUIST e MATTOS, 2011) para que assim possam ser absorvidos pelo intestino delgado e estar presentes em maior proporção na carne e o leite, melhorando qualitativamente o produto final. O controle da biohidrogenação seria uma outra alternativa para melhorar a qualidade da carne, promovendo um melhor desempenho animal, como também, manipulando a proporção de ácidos graxos saturados/insaturados presente no produto final, tendo em vista que consumidores vem buscando alimentos cada vez mais saudáveis (JENKINS, 1993; JENKINS, et al. 2008; KOZLOSKI, 2011; LIMA JÚNIOR. et al. 2011).

Wood et al. (2004) afirmam, que o perfil de ácidos graxos encontrado na carne, pode ser influenciado, principalmente, pela dieta. Porém, além da dieta, o metabolismo ruminal também é o grande responsável por modificar o perfil de ácidos graxos na carne, visto que os lipídios oriundos da dieta, podem ser modificados pelos microrganismos ruminais (URBANO, et al 2014). Ou seja, após as bactérias celulolíticas degradarem a parede celular do alimento, liberando os lipídios esterificados da matriz celular, estes lipídios são submetidos a três processos sequenciais: hidrólise (lipólise), biohidrogenação e saponificação dos ácidos graxos (JENKINS et al., 2008).

Na hidrólise, os triglicerídeos são quebrados liberando uma molécula de glicerol e três de ácidos graxos livres; nos fosfolipídios, libera ácidos graxos e glicerofosfato; e nos galactolipídios libera ácidos graxos, galactose e glicerol, após a hidrólise, as moléculas de glicerol, são rapidamente fermentadas a propionato e succinato e em seguida absorvidos (JENKINS et al. 2008; PALMQUIST e MATTOS, 2011, VAN SOEST, 1994), e grande parte dos ácidos graxos insaturados são hidrogenados extensivamente a ácidos graxos palmítico (C16:0), e esteárico (C18:0) através do processo de biohidrogenação pelas bactérias do rúmen, destacando-se as do grupo A representada pelas bactérias *Butyrivibrio fibrosolvens* que hidrogenam o ácido linoléico (C18:2 n-6) e obtém como produto final o ácido vacênico (C18:1 trans-11); e as bactérias do grupo B, constituída pelas *Butyrivibrio proteoclasticus* e as do gênero *Fusocillus* sp., que dessaturam o ácido vacênico (C18:1 trans-11) tendo como produto final o ácido esteárico (C18:0) (BAUMAN et al. 1999). Uma pequena fração, cerca de 10% do C18:2 n-6 presente na dieta, é incorporada aos lipídios bacterianos, tornando-os fonte de ácidos

graxos essenciais e insaturados ao ruminante, isto quando consegue ser absorvido pelo intestino delgado (KOZLOSKI, 2011, WOOD et al. 2008).

Estudiosos tem discutido a possibilidade de aumentar a concentração de ácidos graxos poli-insaturados para melhorar a qualidade da carne, seja através do aumento da concentração destes na dieta ou através da inibição da hidrólise e da última fase da biohidrogenação que torna o ácido vacênico em ácidos graxos esteárico (C18:0), desta forma também aumentariam a concentração de ácido linoléico conjugado (CLA) e o ácido vacênico (C18:1 trans-11), que possuem ação anticarcinogênica e antioxidante. Endogenamente, o ácido vacênico e o ácido esteárico, podem ser convertidos a CLA e ácido oleico respectivamente, através da enzima delta-9 dessaturase, sendo depositados no tecido adiposo, proporcionando assim, melhor perfil de ácidos graxos benéficos, elevando a qualidade do produto final (AMORES et al. 2014; BONFIM et al. 2011; HASTENPFLUG e WOMMER, 2012; McAFEE et al. 2010; SANTOS et al. 2013; RAJU et al. 2015).

As taxas de lipólise e biohidrogenação podem ser reduzidas pela relação volumoso: concentrado, baixo pH ruminal, uso de aditivos como os ionóforos, concentração lipídica da dieta e a fonte lipídica utilizada (URBANO, et al. 2014). Sendo interessante esta modulação do metabolismo lipídico ruminal, pois ao se reduzir ou até mesmo evitar biohidrogenação, pode promover aumento na concentração de ácidos graxos poli-insaturados como os  $\omega$ -3 e  $\omega$ -6 nos tecidos de ruminantes, como também se manter a biohidrogenação incompleta, promoverá elevados teores de ácido linoléico conjugado nos tecidos.

Em dietas de alto grão e baixa concentração de fibra, pode apresentar efeito negativo sob a lipólise e biohidrogenação, podendo estar associadas ao baixo pH ruminal, visto que  $\text{pH} \leq 6,0$  inibe a lipólise (BEAM et al. 2000), como também ao aumento da taxa de passagem que reduz o tempo de exposição da partícula alimentar aos microrganismos, reduzindo assim a biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados (BUCCIONI et al. 2012; PETROVA et al. 1994) que pode resultar em elevadas concentrações de C18:2 e ácidos da série  $\omega$ -6 na carne (WOOD et al. 1999).

A variação na relação volumoso: concentrado de uma dieta, altera a microbiota ruminal e conseqüentemente, as proporções de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), que são produzidos pela fermentação dos carboidratos. De acordo com Valadares Filho e



Pina (2006), conforme a dieta fornecida ao animal, as proporções de acetato, propionato e butirato podem variar de 75:15:10 a 40:40:20, respectivamente. Com o intuito de reduzir a relação acetato: propionato, pesquisadores têm avaliado o efeito da monensina sódica sob o perfil lipídico da carne de ruminantes (MENEZES et al. 2006), visto que em pequenos ruminantes, a menor proporção de acetato, está associada a deposição de ácidos graxos de cadeia ramificada na carne, que são responsáveis pelo sabor da carne de ovinos e caprinos.

Outro fator que pode afetar a hidrólise e a biohidrogenação, é a quantidade de lipídio fornecido através da dieta, como também o número de insaturações presentes nos ácidos graxos. Dietas com elevadas concentrações de ácido esteárico (C18:0) podem elevar as concentrações do ácido linoléico (C18:2) e ácido oléico (C18:1) no rúmen, em virtude do acúmulo do produto final poderá inibir o segundo passo da biohidrogenação de converter C18:1 a C18:0, que permitirá maior absorção de ácidos graxos insaturados que escapam do rúmen e fluem para o intestino delgado (BEAM et al. 2000).

### **Fibra na alimentação de ruminantes**

A fibra tem vindo a ser reconhecido como um ingrediente alimentar necessário para muitas espécies animais herbívoros, compreendendo de 70 a 80% do total da ração (VARGA et al. 1998). Sendo ela de importância na alimentação de ruminantes, por evolutivamente terem se adaptado a degradar a fibra e obter a principal fonte de energia para os microrganismos. Além de apresentar funções essenciais tais como: estimular a mastigação e ruminação, controlando o pH ruminal através do tamponamento, que resulta em saúde e estabilidade simbiótica do rúmen, proporcionando o bem-estar animal (PALMQUIST e MATTOS, 2011).

De acordo com Van Soest et al. (1991) a fibra alimentar não é nutricionalmente, quimicamente ou fisicamente uniforme, pois a parede celular do vegetal, apresenta composição química heterogênea, constituída por carboidratos, proteínas e lignina, como também por silicatos que variam entre espécies vegetais e outros minerais presentes na terra (VAN SOEST, 1994).

A celulose, hemicelulose e lignina, são os principais constituintes da fibra em detergente neutro (FDN) que representa a fração fibrosa do alimento, essencial para estimular a ruminação, mantendo o pH ruminal equilibrado. São caracterizados por serem

de digestão lenta ou indigestível, os quais ocupam espaço no trato gastrointestinal e necessitam de maior tempo para sua degradação (VAN SOEST et al. 1991). Já os carboidratos não fibrosos (CNF) são caracterizados como rapidamente degradáveis no rúmen e são representados pela pectina, amido e açúcares (mono, di e oligossacarídeos)

Com isto, é interessante o conhecimento sobre a fonte de fibra que será fornecida ao animal, analisando-a através de métodos químicos e físicos, para possibilitar o balanceamento mais eficiente da dieta, principalmente para animais de alta produção. Pois a quantidade e a qualidade da forragem são parâmetros importantes que devem ser avaliadas, visto que dependendo de sua concentração na dieta e de seu grau de digestibilidade, a mesma pode impor limitações ao consumo de alimentos impedindo que o animal atenda suas exigências nutricionais (VAN SOEST, 1994, WEISS, 1993), caracterizado assim por um mecanismo de limitação física.

Os mecanismos de limitação física do consumo voluntário, estão relacionados com a degradação do alimento, fluxo da digesta e capacidade de distensão ruminal, em que a distensão causada pelo volume e o peso da digesta é detectado por receptores de tensão, localizados na parede ruminal, inibindo o consumo do animal por enchimento (KOZLOSKI, 2011; PALMQUIST e MATTOS, 2011). De acordo com Conrad et al. (1964), Mertens (1992) e Mertens (1994), o consumo de FDN acima de 1,2% do peso vivo do animal ou acima de 13g/kg de peso corporal e dietas com digestibilidade inferior a 66%, regulam o consumo dos animais por mecanismos físicos.

### **Características da carcaça e qualidade de carne**

Na literatura, é consenso afirmar que o genótipo, o sexo, a idade, o peso ao abate, o sistema de produção e alimentação, são fatores determinantes que interferem nas características qualitativa e quantitativa da carcaça (SNOWDER et al. 1994; MARQUES et al. 2000; LAWRIE, 2005). O crescimento e o desenvolvimento dos animais são a base para a produção de carne, sendo os pesos de carcaça, assim como seus respectivos rendimentos, os principais elementos de interesse dos frigoríficos.

O rendimento de carcaça pode ser afetado por diversos fatores tais como, peso vivo ao abate, tempo de jejum alimentar antes do abate, tipo de alimento fornecido, idade, sexo, comprimento corporal, acabamento, entre outros (CEZAR e SOUSA, 2007). O tipo de alimento merece destaque por interferir em outros dois fatores, o peso vivo ao abate e

o tempo de jejum ao abate, pois animais que são alimentados com uma dieta com baixa digestibilidade, rica em fibras, normalmente apresentam rendimento de carcaça inferior aqueles animais alimentados com uma dieta com menor teor de fibras, visto que os alimentos fibrosos apresentam maior tempo de retenção no rúmen-retículo, ocorrendo menor perda do conteúdo do trato gastrointestinal, devido à baixa digestibilidade, mesmo submetendo os animais ao mesmo tempo de jejum, o que resulta em maior peso vivo ao abate, resultado de um maior desenvolvimento do rúmen-retículo e maior peso do trato digestório cheio e vazio, além de maior quantidade de couro para envolver maior arqueamento de costelas (DI MARCO, 1998; VAZ e RESTLE, 2005). Como o cálculo de rendimento desconsidera o trato gastrointestinal e o seu conteúdo, como também o couro, nesta situação, os animais de maior peso apresentam menor rendimento.

Porém, atualmente algumas mudanças ocorreram na sociedade e opiniões modificaram o ponto de vista quanto à produção animal, pois o que anteriormente o enfoque estava no produtor, na quantidade de carne, no animal e no rendimento de carcaça, atualmente está, na preferência do consumidor, qualidade do produto e carnes mais saudáveis (OSORIO et al. 2008).

O grau de aceitabilidade dos consumidores, está diretamente relacionada às propriedades organolépticas da carne, tais como as características do produto responsáveis por agradar aos olhos, nariz e paladar, dentre as quais sobressaem os aspectos de sabor e de suculência, podendo ambas serem influenciadas por diversos fatores, os quais exercem forte influência na qualidade e na quantidade de gordura presente na carne (MADRUGA, et al. 2005).

Uma grande preocupação em relação à qualidade de produtos de origem animal é o índice de ácidos graxos precursores do colesterol presentes na gordura da carne, já que o colesterol é o causador de cardiopatia coronária e aterosclerose. O risco destas cardiopatias é avaliado através do índice de aterogenicidade, calculado através da proporção de ácidos graxos saturados e insaturados, em que quanto maior este índice maior é o risco destas enfermidades (ULBRICHT e SOUTHGATE, 1991).

Os ácidos graxos, principalmente os da família ômega, são poli-insaturados (PUFA), que tendem a aumentar a síntese de lipoproteínas de alta densidade (HDL) e reduzir os níveis plasmáticos de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), mediada pela

redução do colesterol (VLDL), sintetizados a partir de ácidos graxos saturados (SFA), como reportam Velasco et al. (2001).

Vários fatores influenciam os níveis de ácidos graxos na gordura, entre eles o sistema de criação determinado pela dieta, em que os ovinos são submetidos, pois a quantidade de ácidos graxos poli-insaturados pode ser incrementada no plasma de ovinos pela manipulação da dieta, com o aumento de níveis de concentrado. Bas e Morand-Fehr (2000) reportaram que a fonte de energia dos concentrados ou da dieta completa influencia significativamente a percentagem de muitos ácidos graxos. Os ácidos linoleico e linolênico tiveram maiores percentagens no tecido de ovinos quando a fonte de energia foi à base de milho.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- ALVES, F. J. L.; FERREIRA, M. A.; URBANO, S. A.; ANDRADE, R. P. X.; SILVA, A. E. M.; SIQUEIRA, M. C. B.; OLIVEIRA, J. P. F.; SILVA, J. L. Performance of lambs fed alternative protein sources to soybean meal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 4, p.145-150, 2016.
- AMORES, G.; VIRTO, M., NÁJERA, A. I.; MANDALUNIZ, N.; ARRANZ, J.; BUSTAMANTE, M. A.; VALDIVIELSO, I.; GORDOA, J. C. R.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, A.; BARRON, L. J.; RENOBALLES, M. Rapeseed and sunflower oilcake as supplements for dairy sheep: animal performance and milk fatty acid concentrations. **Journal of Dairy Research**, v. 81, n. 4, p. 410-416, 2014.
- BALIEIRO NETO, G.; MELLOTTI, L. Efeitos de níveis de sebo sobre a degradabilidade in situ do farelo de soja e do feno de tifton {*Cynodon dactylon* (L.) pers.} em vacas secas. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n.4, p. 243-253, 2007.
- BAS, P.; MORAND-FEHR, P. Effect of nutritional factors on fatty acid composition of lamb fat deposits. **Livestock Production Science**, v. 64, n.1, p. 61-79, 2000.

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

BEAM, T.M.; JENKINS, T.C.; MOATE, P.J.; KOHN, R.A.; PALMQUIST, D.L., Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. **Journal Dairy Science**, v. 83, n. 11, p. 2564-2573, 2000.

BOMFIM, M. A. D.; QUEIROGA, R. C. E.; AGUILA, M. B.; MEDEIROS, M. C.; FISBERG, M.; RODRIGUES, M. T.; SANTOS, K. M. O.; LANNA, D. P. D. Abordagem multidisciplinar de P, D&I para o desenvolvimento de produto lácteo caprino com alto teor de CLA e alegação de propriedade funcional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 98-106, 2011.

BRASIL. Secretaria de produção e agroenergia. Anuário estatístico da agroenergia 2014. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/anuario\\_agroenergia\\_WEB\\_small.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/anuario_agroenergia_WEB_small.pdf), Acesso em: 31 jul. 2016.

BUCCIONI, A.; DECANDIA, M.; MINIERI, S.; MOLLE, G.; CABIDDU, A. Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors. **Animal Feed Science and Technololy**, v. 174, n. 1, p. 1-25, 2012.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G. Produtos proteicos do girassol. In: LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. **Girassol do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005, p. 51-68.

CEZAR, M.F., SOUSA, W.H.; **Carcças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. 1 ed. Uberaba: Agropecuária Tropical, 2007. 147p.

CONRAD, H.R.; PRATT, A.D.; HIBBS, J.W. Regulation of feed intake in dairy cows. 1. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal Dairy Science**, v. 47, n. 1, p. 54-, 1964.

CORREIA, B. R.; OLIVEIRA, R. L.; JAEGER, S. M. P. L.; BAGALDO, A. R.; CARVALHO, G. G. P.; OLIVEIRA, G. J. C.; LIMA, F. H. S.; OLIVEIRA, P. A. Comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de novilhos alimentados com tortas do biodiesel em substituição ao farelo de soja. **Archivos de Zootecnia.**, v. 61, n. 233, p. 79-89, 2012.

DI MARCO, O. N. **Crecimiento de vacunos para carne.** 1. Ed. Buenos Aires: Mar Del Plata, 1998. 246p.

DIAS, J. C.; MARTINS, J. A. M.; EMERICK, L. L.; SOUZA, F. A.; ANDRADE, V. J. Efeitos da suplementação lipídica no aumento da eficiência reprodutiva de fêmeas bovinas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 33, n. 2, p. 95-104, 2009.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Informes da avaliação de genótipos de girassol 2001/2002 e 2002. Londrina: Embrapa-CNPSO, 2003. 97p. Documentos 226.

FERNANDES JÚNIOR, F.; RIBEIRO, E. L. A.; CASTRO, F. A. B.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. D. F.; PEREIRA, E. S.; PINTO, A. P.; BARBOSA, M. A. A. F.; KORITIAKI, N. A. Desempenho, consumo e morfometria in vivo de cordeiros Santa Inês alimentados com rações contendo torta de girassol em substituição ao farelo de algodão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 2, p. 483-491, 2015.

GAZZONI, D. L.; LEITE, R.; BRIGHENTI, A.; CASTRO, C. Óleo de girassol como matéria-prima para biocombustíveis. **Girassol no Brasil**, v.1, p.145-162, 2005.

GOES, B.; TONISSI, R. H.; CERILO, S. L. N.; LIMA, H. L.; FERNANDES, A. R. M.; OLIVEIRA, E. R. D.; SOUZA, K.A.; PATUSSI, R.A.; BRABES, K.C.S.; GRESSLER, M. G. D. M. Torta de girassol em substituição ao farelo de soja nos suplementos de novilhas: desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 2, p. 396-409, 2012.

GONZAGA NETO, S.; OLIVEIRA, R.L.; LIMA, F.H.S.; MEDEIROS, A.N.; LEILSON ROCHA BEZERRA, L.R.; VIÉGAS, J.; NASCIMENTO JUNIOR, N.G.; FREITAS NETO, M.D. Milk production, intake, digestion, blood parameters, and

- ingestive behavior of cows supplemented with by-products from the biodiesel industry. **Tropical Animal Health and Production**, v. 47, n. 1, p. 191–200, 2015.
- HASSAN, H. E.; ELAMIN, K. M.; TAMEEM ELDAR, A. A.; ARABI, O. H. Effect of feeding different levels of decorticated sun flower cake (Abad alshames) (*helianthus nnuus* L.) on performance of sudan desert goats. **Online Journal Animal Feed Research**, v. 1, n. 5, p. 235-238, 2011.
- HASTENPFLUG, M.; WOMMER, T. P. Ácido linoleico conjugado no leite e carne de ovinos: uma breve revisão. **Revista Agrogeoambiental**, v. 4, n. 3, 2012.
- JENKINS, T. C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal Dairy Science**, v. 76, n.12, p. 3851-3863, 1993.
- JEKINS, 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 ecosystem. **Journal Animal Science**, v. 86, n. 2, p. 397-412. 2008.
- KEWELOH, H., HEIPIEPER, H.J., 1996. Trans unsaturated fatty acids in bacteria. **Lipids**, v. 31, n.2, p.129-137, 1996.
- KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3. ed. Santa Maria: UFSM, 2011. 212p.
- LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. Tradução Jane Maria Rubensam. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384p.
- LIMA JÚNIOR, D.M.; MONTEIRO, P.B.S.; RANGEL, A.H.N.; URBANO, S.A.; MACIEL, M.V., Alimentos funcionais de origem animal. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, p. 30-40, 2011.
- MADRUGA, M. S.; NARAIN, N.; DUARTE, T. F.; SOUSA, W. H; GALVÃO, M. S.; CUNHA, M. G. G.; RAMOS, J. L. Características químicas e sensoriais de cortes comerciais de caprinos SRD e mestiços de Bôer. **Ciência e Tecnologia Alimentar**, v. 25, n. 4, p. 713-719, 2005.
- MAIA, F. J.; BRANCO, A. F.; MOURO, G. F.; CONEGLIAN, S. M.; SANTOS, G. T.; MINELLA, T. F.; MACEDO, F. A. F. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em

lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1496-1503, 2006.

MARQUES, J. A.; PRADO, I. N.; ZEOULA, L. M.; ALCALDE, C. R.; NASCIMENTO, W. G. Avaliação da mandioca e seus resíduos Industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p.1528-1536, 2000.

McAFEE, A. J.; MCSORLEY, E. M.; CUSKELLY, G.J.; MOSS, B.W.; WALLACE, J. M.; BONHAM, M. P.; FEARON, A. M. Red meat consumption: an overview of the risks and benefits. **Meat Science**, v. 84, n. 1, p. 1-13, 2010.

MENEZES, L.F.G.; KOZLOSKI, G.V.; RESTLE, J.; DESCHAMPS, F.C.; BRONDANI, I.L.; SANTOS, A.P.; FIAMONCINI, J. Perfil de ácidos graxos de cadeia longa e qualidade da carne de novilhos terminados em confinamento com diferentes níveis de monensina sódica na dieta. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 186-190, 2006.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.188-219.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR, G. C.; COLLINS, M.; MERTENS, D. R.; MOSER, L. E. (ed.) **Forage Quality, Evaluation, and Utilization**, Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America. 1994. p. 450–493.

MESACASA, A. C.; ZERVOUDAKIS, J. T.; ZERVOUDAKIS, L. K. H.; CABRAL, L. D. S.; ABREU, J. G. D.; LEONEL, F. D. P.; SILVA, R. P.; SILVA, R. F. G. Torta de girassol em suplementos múltiplos para bovinos em pastejo no período seco do ano: desempenho produtivo e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4, p. 1166-1179, 2012.

MOURA, E. S.; SILVA, L. D. F.; PEIXOTO, E. L. T.; BUMBIERIS JUNIOR, V. H.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y. Sunflower cake in diets for lambs: intake, digestibility, nitrogen balance and rumen parameters. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 2247-2258, 2015.



NELSON, D. L.; COX, M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 1274 p.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 rev ed. Washington: NAP, 2001. 380p.

OLIVEIRA, M. D. S.; CACERES, D.R. **Girassol na alimentação de bovinos**. 1 ed. Jaboticabal: Funep, 2005. 20 p.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; SILVA SOBRINHO, A.G. Morfologia e avaliação de carcaças ovinas. In: SILVA SOBRINHO, A. G.; SANUDO, C.; OSÓRIO, J. C. S.; ARRIBAS, M. M. C.; OSÓRIO, M. T. M. **Produção de carne ovina**. Jaboticabal: Funep, 2008, p. 69-128.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2011. 616 p.

PEIRETTI, P. G.; MEINERI, G. Evolution of chemical composition, nutritive value and fatty acid content of sunflower (*Helianthus annuus* L.) during the growth cycle. **Journal of Animal and Veterinary Advances**. v. 9, n. 1, p. 112-117, 2010.

PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I. Y.; OLIVEIRA, R. L.; PINTO, A. P.; RIBEIRO, E. L. A; GADELHA, C. R. F.; CAMPOS, A. C. N.; PEREIRA, M. F.; CARNEIRO, M. S. S.; PAULO C. ARRUDA, P. C.; SILVA, L. P. Supplementation with cashew nut and cottonseed meal to modify fatty acid content in lamb meat. **Journal of Food Science**, v. 81, n. 9, p. C2143- C2148, 2016.

PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; BOMFIM, M. A. D.; CARNEIRO, M. S. S.; CÂNDIDO, M. J. D. Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 4, p. 387-394, 2011.

PETROVA, Y.; BANSKALIEVA, V.; DIMOV, V. Effect of feeding on distribution of fatty acids at Sn<sub>2</sub> position in triacylglycerols of different adipose tissues in lambs. **Small Ruminant Research**, v. 13, n. 3, p. 263-267, 1994.

RAES, K.; HAAK, L.; BALCAEN, A.; CLAEYS, E.; DEMEYER, D.; SMET, S. Effect of linseed feeding at similar linoleic acid levels on the fatty acid composition of double-muscled Belgian Blue young bulls. **Meat Science**, v. 66, n. 2, p. 307-315, 2004.

RAJU, S.; REDDY, Y. R.; NAGALAKSHMI, D.; RAGHUNANDHAN, T. Effect of Supplementation of Dietary Protected Lipids at Varying Levels of Feed Restriction on Growth Performance and Carcass Characteristics in Deccani Ram Lambs. **Animal Nutrition and Feed Technology**, v. 15, n. 3, p. 439-446, 2015.

RODRIGUES, D. N.; CABRAL, L. S.; LIMA, L. R.; ZERVOUDAKIS, J. T.; GALATI, R. L.; OLIVEIRA, A. S.; COSTA, D. P. B.; GERON, L. J. V. Desempenho de cordeiros confinados, alimentados com dietas à base de torta de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 4, p. 426-432, 2013.

SANTOS, V. C.; EZEQUIEL, J. M. B.; MORGADO, E. D. S.; JUNIOR, S. Carcass and meat traits of lambs fed by-products from the processing of oil seeds. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 4, p. 387-394, 2013.

SNOWDER, G. D.; GLIMP, H. A.; FIELD, R. A. Carcass characteristics and optimal slaughter weights in four breeds of sheep. **Journal of animal science**, v. 72, n. 4, p. 932-937, 1994.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The Lancet**, v.338, n. 8773, p. 985-992, 1991.

URBANO, S. A.; FERREIRA, M. A.; OLIVEIRA, J. P. F.; LIMA JÚNIOR, D. M.; ANDRADE, R. P. X. Fontes de gordura sobre a modulação do perfil de ácidos graxos da carne de pequenos ruminantes. **Archivos de Zootecnia**. v. 63, p. 147-171, 2014.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. Oilseeds:world markets and trade. Disponível em:

<<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/oilseeds.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2016.

VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: Funep. 2011.616 p.

VAN SOEST, P. J.; MASON, V. C.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583–3587, 1991.

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

VARGA, G.A.; DANN, H.M.; ISHLER, V.A. The use of fiber concentrations for ration formulation. **Journal Dairy Science**, v. 81, n. 11, p.3063–3074, 1998.

VAZ, F. N.; RESTLE, J. Características de carcaça e da carne de novilhos Hereford terminados em confinamento com diferentes fontes de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.230-238, 2005.

VELASCO, S.; CAÑEQUE, V.; PÉREZ, C.; LAUZURICA, S.; DIAZ, M. T.; HUIDOBRO, F.; MANZANARES, C.; GONZÁLEZ, J. Fatty acid composition of adipose depots of suckling lambs raised under different production systems. **Meat Science**, v. 59, n. 3, p. 325-333, 2001.

WEISS, W.P. Predicting energy values of feeds. **Journal of Dairy Science**, Champaign v. 76, n. 6, p. 1802, 1993.

WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V.; NUTE, G.R.; RICHARDSON, R.I.; SHEARD, P.R. Manipulating meat quality and composition. **Proceedings Nutrition Society**, v. 58, n. 2, p. 363-370, 1999.

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.

WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V.; NUTE, G.R.; SHEARD, P.R.; RICHARDSON, R.I.; HUGHES, S.I.; WHITTINGTON, F.M., Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, v. 78, n. 4, p. 343–358, 2008.

## **CAPITULO 1**

---

**Torta de girassol oriunda da produção do biodiesel na alimentação de  
cordeiros mestiços Santa Inês – Desempenho, digestibilidade e  
avaliação de carcaça**

## **Torta de girassol oriunda da produção do biodiesel na alimentação de cordeiros mestiços Santa Inês – Desempenho, digestibilidade e avaliação de carcaça**

### **RESUMO**

Objetivou-se determinar o melhor nível de inclusão de torta de girassol, na dieta de ovinos mestiços Santa Inês em crescimento, com base no consumo de nutrientes, digestibilidade, balanço de nitrogênio, desempenho e nas características de carcaça destes animais. Foram utilizados 40 cordeiros machos inteiros, recém desmamados, vacinados e vermifugados, com peso inicial médio de  $20,87 \pm 0,41$  kg, distribuídos em baias individuais sob um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (níveis de torta) e 10 repetições por tratamento. As dietas apresentaram relação volumoso: concentrado de 50:50, constituída de feno de tifton-85, milho moído, farelo de soja, premix mineral, ureia associada a sulfato de amônio (9:1) e níveis de torta de girassol (0,0; 10,0; 20,0 e 30,0%) na matéria seca total da dieta. Estas dietas foram formuladas e balanceadas para serem semelhantes em teor de nitrogênio, de acordo com as recomendações do NRC, para um ganho de peso de 250 g/dia. O período experimental foi constituído por 71 dias, em que 15 dias foram destinados a adaptação dos animais a dietas e baias experimentais e 56 dias destinados a coleta de dados. A digestibilidade ocorreu entre o 30º ao 35º dia, com 20 animais. Ao final do período experimental, os animais foram submetidos a jejum sólido por 16 horas, pesados para obter o vivo ao abate e posteriormente após serem abatidos, as carcaças foram pesadas quente e fria para cálculos de rendimento e após 24 horas do abate foram avaliadas as medidas morfométricas da carcaça. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de regressão. A inclusão de torta de girassol na dieta proporcionou redução linear no consumo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro descontado cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) e aumento linear no consumo de extrato etéreo (EE). Quanto a digestibilidade dos nutrientes, ocorreu redução da MS e dos CNF e aumento do EE e as demais frações não apresentaram efeito com a inclusão da torta de girassol. O nitrogênio consumido, fecal, balanço de nitrogênio e o nitrogênio retido, foram influenciados pela inclusão da torta de girassol, enquanto o excretado via urina não apresentou efeito. A eficiência alimentar, o ganho peso, ganho médio diário e conseqüentemente o peso final dos animais reduziram com a inclusão da torta. Todas as características da carcaça apresentaram comportamento linear decrescente com a inclusão de torta de girassol a dieta, exceto a espessura de gordura e o grau de acabamento não apresentaram efeito. A inclusão de até 30% de torta de girassol na MS total da dieta reduz o consumo, o desempenho e as características de carcaça de cordeiros mestiços Santa Inês.

**Palavras chave:** coproduto, morfometria, ovinos deslanados, rendimento de carcaça

## **Sunflower cake by biodiesel production on feeding of crossbred lambs Santa Inês - Performance, digestibility and carcass evaluation**

### **ABSTRACT**

This study aimed to determine the impact of the inclusion of sunflower cake in the diets of crossbred Santa Inês lambs, based on intake, digestibility, nitrogen balance, performance and carcass characteristics. Forty male lambs have vaccinated and wormed, with an average body weight of  $20.87 \pm 0.41$  kg. The lambs have fed 50% hay (Tifton-85 chopped) to 50% concentrate (corn, soybean meal, urea, ammonium sulfate and inclusion of sunflower cake) on diet. The 4 treatment diets were 0, 10, 20, and 30% sunflower cake. To account for the increasing concentration of sunflower cake, corn and soybean meal were removed from the diet. These diets were formulated and balanced to be similar in nitrogen content, according to NRC recommendations for a weight gain of 250 g / day. We used 10 lambs per treatment in a randomized design. The lambs were confined for 71 days, 15 days were for adjust animals and 56 days for gathering data and the digestibility trial occurred between day 30 and day 35 using 20 animals. The animals have weighted weekly and at last one day of the experimental period, the animals have fasted and slaughtered. The animals have weighed for the live weight at slaughter and the carcasses were hot and cold weighed to calculate the yield. Carcass morphometric measurements have been 16 hours after slaughter. The data were submitted to regression analysis. The increased of sunflower cake inclusion promoted reduced of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber without ash and protein (NDFap), non-fibrous carbohydrate (NFC) and total digestible nutrient (TDN) intake and increased ether extract (EE) intake. The digestibility of DM and NFC reduced and digestibility of EE increased and the other fractions remained unchanged. Nitrogen balance (NB), feed efficiency, gain weight, daily average gain, the final weight of the animals and carcass characteristics reduced and fat thickness and degree of finish remain unchanged. The inclusion of sunflower cake diet reduces intake, performance and carcass characteristics of crossbred lambs Santa Inês.

**Keywords:** byproduct, carcass yield, hair sheep, morphometry

## INTRODUÇÃO

A ovinocultura brasileira concentra aproximadamente 57% do seu plantel em regiões que apresentam baixa pluviosidade (IBGE, 2014), fazendo com que a utilização de ingredientes tradicionais na formulação de concentrados tais como, o milho e a soja, onerem os custos de produção de animais criados em um sistema de produção intensivo, podendo chegar até 70% dos gastos totais da produção (BEZERRA et al. 2016). Com objetivo de reduzir estas despesas, pesquisadores vem buscando fontes alternativas que possam reduzir os custos, melhorando a rentabilidade dos produtores, sem prejudicar o desempenho dos animais. Com isto, a utilização de coprodutos oriundos do biodiesel vem sendo incentivado, como fontes alternativas na alimentação animal, objetivando reduzir os custos do sistema de produção (ALVES et al. 2016; COSTA et al. 2016; GONZAGA NETO et al. 2015; MOURA et al. 2015; NAGALAKSHMI et al. 2011).

Dentre os coprodutos oriundos do biodiesel, destaca-se a torta de girassol, que é obtida após a extração mecânica do óleo da semente de girassol (*Helianthus annuus*), e apresenta significativas concentrações de extrato etéreo e proteína, podendo este, ser utilizado na alimentação animal, como um alimento proteico e energético em substituição total ou parcial ao farelo de soja e ao milho, componentes estes, mais utilizados da ração animal (FERNANDES JUNIOR et al. 2015; GONZAGA NETO et al. 2015, RODRIGUES et al. 2013). Diante de dados obtidos na literatura, as composições químicas da torta de girassol variam de acordo com seu processamento na extração do óleo, no entanto, de acordo com Moura et al (2015) apenas a composição química de forma isolada, não é suficiente para indicar o uso de um coproduto para alimentação animal, devendo conjuntamente avaliar outros parâmetros tais como aceitabilidade, consumo, digestibilidade, o metabolismo ruminal e balanço de nitrogênio.

A torta de girassol por ser rica em extrato etéreo, eleva a densidade energética das dietas e, na maioria das vezes, melhora o perfil lipídico dos produtos finais, porém o elevado teor desta fração, associada ao elevado teor de fibra presente na torta, pode reduzir o consumo voluntário dos animais, afetar a digestibilidade, resultando em menor desempenho e produção, devido a interferência na digestão da fibra ou na palatabilidade das dietas (BONFIM et al. 2009).

Com a elevada concentração de fibra presente na torta de girassol, a sua quantidade e qualidade presente na ração, podem limitar o consumo voluntário dos animais por enchimento, pois um alimento que apresente fibra de baixa qualidade, proporciona maior distensão ruminal, provocada pelo excesso de fibra retida no rúmen, devido à baixa digestibilidade, baixa taxa de passagem ou baixa taxa de desaparecimento (PALMQUIST e MATTOS, 2011). Mertens (1992) afirma que concentrações de FDN na ração, acima de 1,2% do peso vivo do animal, regula o consumo por mecanismos físicos, pois a baixa qualidade do volumoso, proporcionam ao animal a sensação de enchimento.

A concentração elevada de extrato etéreo presente na torta de girassol, também pode reduzir o consumo dos animais, pois de acordo com Palmquist e Mattos (2011) e Silva et al. 2007, níveis de lipídios superiores a 5% na MS, promovem alterações nos padrões fermentativos do rúmen, principalmente pela concentração de ácidos graxos poli-insaturados, que são tóxicas as bactérias degradadoras de fibra, comprometendo assim o consumo e a digestibilidade da MS. Porém, mecanismos fisiológicos que não estão ligados a degradação ruminal da fibra, estimulam o centro da saciedade, reduzindo a ingestão de MS, através da presença de ácidos graxos no abomaso que aumenta a secreção de colecistoquinina (CCK) no plasma sanguíneo contribuindo com a saciedade e inibindo a motilidade do trato gastrintestinal, resultando em menor taxa de passagem da digesta, impedindo o esvaziamento do trato, ocasionando a distensão do rúmen retículo (ALLEN, 2000, PALMQUIST e MATTOS 2011).

Neste contexto, acreditou-se que a de torta de girassol possa substituir parcialmente o milho e o farelo de soja, sem afetar o consumo e nem as características da carcaça. Para isto, a realização desta pesquisa, teve como objetivo avaliar os níveis de inclusão de torta de girassol através do consumo, desempenho, digestibilidade, balanço de nitrogênio, e características quantitativas de carcaças de cordeiro mestiços Santa Inês.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local do Experimento**

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental de São Gonçalo dos Campos, pertencente à Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFBA, localizada



em Mercês, lugar povoado no distrito de Afligidos do município de São Gonçalo dos Campos, entre as coordenadas 12° 25' 58" de latitude sul e 38° 58' 01" de longitude oeste. Região caracterizada por um clima tropical úmido (Classificação climática de Köppen-Geiger: Af) em que é representada pela temperatura média do mês mais frio, superior a 18°C, apresenta estação invernal ausente, estando incluída parcialmente no polígono das secas, pois os períodos chuvosos do município correspondem de abril a junho e de setembro a dezembro, apresentando temperatura e pluviosidade média anual 24,3°C e 1079 mm, respectivamente (RODRIGUES et al. 2009).

### **Animais e instalações**

Foram utilizados 40 cordeiros, machos, inteiros, mestiços da raça Santa Inês, com peso inicial de  $20,87 \pm 0,41$  kg, os quais foram mantidos em baias individuais de madeira (1,0 x 1,0m), com piso suspenso, dotadas de comedouros e bebedouros individuais.

Antes de iniciar o experimento todos os animais passaram por um período de 15 dias para adaptação, as baias e a dieta e foram vermifugados e vacinados contra clostridiose, os demais 56 dias foram destinados a coleta de dados.

Todos os animais foram pesados no início do experimento e a cada quinze dias até o último dia do confinamento e após este período foram abatidos. Antes de todas as pesagens, os animais foram submetidos a um jejum sólido de 16 horas.

O protocolo do experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, sob o número de protocolo 02/2014.

### **Análises bromatológicas**

A composição bromatológica dos ingredientes (Tabela 1), sobras e fezes foram realizadas segundo recomendações da AOAC (1990) para determinação dos teores de matéria seca (MS) pelo método 934.01, matéria mineral (MM) pelo método 930.05, proteína bruta (PB) pelo método 981.10 e extrato etéreo (EE) pelo método 920.39.

As análises para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas conforme metodologia desenvolvida por Van Soest et al. (1991), com adaptação a utilização de autoclave pela metodologia

proposta por Senger et al. (2008), regulando a autoclave à temperatura de 110°C por um período de 40 minutos.

**Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais**

Item (g/kg de MS)	Ingredientes			
	Milho moído	Farelo de soja	Torta de girassol	Feno de Tifton-85
Matéria seca	901	879	890	854
Matéria mineral	12,8	65,8	60,7	59,3
Proteína bruta	94,9	503	249	78,4
Extrato etéreo	51,4	17,4	162	13,7
Fibra em detergente neutro cp	112	103	318	720
Fibra em detergente ácido	23,2	71,3	232	397
PIDN <sup>1</sup> (g/kg da PB)	120	53,4	127	589
PIDA <sup>2</sup> (g/kg PB)	2,97	0,44	26,8	34,2
Lignina	0,65	1,32	67,7	60,8
Celulose	22,6	70,0	165	336
Hemicelulose	88,5	32,1	86,0	324
Carboidratos não fibrosos	729	311	210	129

<sup>1</sup> Proteína insolúvel em detergente neutro, <sup>2</sup> Proteína insolúvel em detergente ácido.

Foram realizadas correções da FDA para proteína e de FDN para proteína e cinza segundo recomendações de Licitra et al. (1996), utilizando o resíduo presente nos saquinhos, após a fervura em detergente neutro e em detergente ácido, e submetendo-os a análise de proteína, para ser descontado da fibra (FDN e FDA), obtendo o teor de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA). Na correção de FDN para cinzas, foi utilizado o resíduo presente nos saquinhos, para incineração em mufla a 600° C por um período de 4 horas, para ser descontado o teor de cinzas presente na fibra em detergente neutro (CIDN).

A lignina foi determinada conforme metodologia descrita por Van Soest e Wine (1967), utilizando o saquinho com resíduo de FDA e submetendo-o ao tratamento com ácido sulfúrico a 72% por um período de três horas.

Os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com Hall (2000), utilizando a FND corrigida para cinzas e proteína, através da equação:  $CNF (\%) = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ derivada da ureia} + \% \text{ de ureia}) + \% FDN_{cp} + \% EE + \% MM]$ .

### Dietas experimentais e manejo alimentar

As dietas foram formuladas e balanceadas para apresentar concentração de nitrogênio semelhante, de acordo com as recomendações do NRC (2007) para obter ganho de peso de 250 g/dia, com relação volumoso: concentrado de 50:50, compostas por grão de milho moído, farelo de soja, ureia associada com sulfato de amônio, na proporção de 9:1, feno de tifton-85 (*Cynodon ssp*) picado e torta de girassol. Os tratamentos consistiram da inclusão de 0; 10; 20 e 30% de torta de girassol na matéria seca total da dieta (Tabela 2).

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais utilizadas na alimentação de cordeiros mestiços Santa Inês submetidos a dietas com níveis de torta de girassol

Ingrediente (g/kg de MS)	Níveis de inclusão (%MS)			
	0	10	20	30
Milho moído	260	207	153	100
Farelo de soja	220	173	127	80,0
Torta de girassol	0,00	100	200	300
Premix mineral <sup>1</sup>	15,0	15,0	15,0	15,0
Ureia + Sulfato de amônio <sup>2</sup>	5,00	5,00	5,00	5,00
Feno de Tifton-85	500	500	500	500
Composição química (g/kg de MS)				
Matéria seca	875	875	875	874
Matéria mineral	62,5	64,8	67,1	69,4
Proteína bruta	188	185	181	178
Extrato etéreo	24,1	36,7	49,4	62,1
Fibra em detergente neutro cp <sup>3</sup>	412	433	454	475
Fibra em detergente ácido	220	239	257	276
PIDN <sup>4</sup> (g/kg da PB)	338	341	345	349
PIDA <sup>5</sup> (g/kg da PB)	18,0	20,5	23,0	25,5
Lignina	30,8	37,5	44,2	50,9
Celulose	189	201	213	225
Hemicelulose	192	194	197	199
Carboidratos não-fibrosos	322	290	257	225

<sup>1</sup> Níveis de garantia (por kg em elementos ativos): cálcio 120,00g; fósforo 87,00g; sódio 147,00g; enxofre 18,00g; cobre 590,00mg; cobalto 40,00mg; cromo 20,00mg; ferro 1.800,00mg; iodo 80,00mg; manganês 1.300,00mg; selênio, 15,00mg; zinco 3.800,00mg; molibdênio 300,00mg; flúor máximo 870,00mg. <sup>2</sup> Mistura de ureia e sulfato de amônio na proporção de 9:1. <sup>3</sup> Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína <sup>4</sup> Proteína insolúvel em detergente neutro, <sup>5</sup> Proteína insolúvel em detergente ácido.

As dietas foram fornecidas na forma de mistura completa e a água oferecida *ad libitum*, duas vezes ao dia (09:00 e as 16:00 horas). Os animais foram alimentados de acordo com o consumo de matéria seca do dia anterior, e ajustada a quantidade a ser

fornecida, de maneira a garantir 10% de sobras do fornecido, para não haver limitação de consumo. As sobras de alimentos nos cochos foram pesadas diariamente

Semanalmente, após a pesagem das sobras, aproximadamente 10% das sobras total eram colocadas em sacolas plásticas devidamente identificadas, foram coletadas amostras de sobras por animal/ tratamento, para posteriores análises químicas.

### **Consumo dos nutrientes**

O consumo dos nutrientes foi obtido pela diferença entre o total de cada nutriente fornecido na dieta e o total de cada nutriente contido nas sobras e expressos em gramas por dia (g/dia). O consumo efetivo foi obtido através da divisão entre consumo de cada nutriente e o consumo de MS e seu resultado multiplicado por 100. O consumo em gramas por quilo de peso metabólico foi obtido através da divisão do consumo diário (g) pelo peso corporal elevado a 0,75, expresso em g/kgPC<sup>0,75</sup>.

### **Digestibilidade e balanço de nitrogênio**

O ensaio de digestibilidade ocorreu no 30º ao 35º dia do confinamento, por método direto, através da coleta total de fezes e sobras de cada animal durante este período. Foram utilizadas bolsas coletoras, confeccionadas com lona, fixadas aos animais de forma a causar o menor incômodo possível aos animais. As coletas de fezes foram realizadas duas vezes ao dia e as amostras eram encaminhadas a estufa de ventilação forçada (55°C), por um período mínimo de 72 horas.

Foram obtidas amostras compostas por animal, para fezes e sobras, em seguida as amostras foram secas em estufa de ventilação forçada e posteriormente processadas em moinhos de facas tipo Willey com peneira de malha de 1mm para as amostras de sobras e alimentos e peneira de malha de 3mm para amostras de fezes. Após este processamento, as amostras foram armazenadas em frascos plásticos com tampa, devidamente identificados e posteriormente submetidas as análises bromatológicas.

Os coeficientes de digestibilidade aparente, foram calculados de acordo com Silva e Leão (1979), utilizando a equação:  $CD = [ (g \text{ do nutriente ou fração analítica ingerida} - g \text{ do nutriente ou fração analítica excretada nas fezes}) / (g \text{ do nutriente ou fração analítica ingerida}) ] \times 100$ .

A estimativa de consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT), e os teores de nutrientes digestíveis totais (%NDT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992). Em que o CNDT foi obtido a partir da diferença entre consumido e o recuperado nas fezes de cada nutriente, com base na matéria seca, pela equação:  $CNDT = (PB \text{ ing} - PB \text{ fecal}) + 2,25 (EE \text{ ing} - EE \text{ fecal}) + (CNF \text{ ing} - CNF \text{ fecal}) + (FDN_{cp} \text{ ing} - FDN_{cp} \text{ fecal})$  e o NDT pela equação  $NDT (\%) = (Consumo \text{ de NDT} / Consumo \text{ de MS}) \times 100$ .

Nos 32 e 34º dias do período experimental, 4 horas após a alimentação matinal procedeu-se a coleta “spot” de urina de cada animal, em copos descartáveis, durante a micção espontânea de acordo com Valadares et al. (1999). Imediatamente após a coleta, a urina foi filtrada em tripla camada de gaze e alíquotas de 10 mL foram diluídas em 40 mL de solução de ácido sulfúrico 0,036N e congeladas para determinação do teor de nitrogênio pelo método Kjeldahl (AOAC, 1998).

O volume urinário de cada animal foi estimado através do teor de creatinina na urina, utilizando kit comercial e leitura em espectrofotômetro. O volume de urina foi obtido pela equação:  $Volume \text{ de urina/dia (mL)} = [(Peso \text{ corporal (kg)} \times 14,25) \times 100] / \text{teor de creatinina (mg/dL) na urina}$ , considerando que cada cordeiro excreta 14,25 mg de creatinina por kg de peso corporal, de acordo com Santos et al. (2015).

O balanço dos compostos nitrogenados (BN), foi calculado considerando as quantidades de nitrogênio (g/dia) consumidas (NC), o nitrogênio excretado nas fezes (NF) e na urina (NU) através da equação  $BN = NC - (NF + NU)$ . O nitrogênio endógeno basal (NEB) foi calculado considerando o N endógeno tecidual e as perdas dérmicas de N como 0,35 e 0,018 do peso metabólico, respectivamente, através da equação  $NEB (g/dia) = (0,35 + 0,018) \times PC^{0,75}$  e o valor de nitrogênio retido (NR) foi calculado pela diferença entre o BN e NEB de acordo com AFRC (1993).

### **Desempenho dos animais**

Os animais no início do experimento, como também quinzenalmente, foram submetidos a um jejum sólido de 16 horas e posteriormente pesados para determinação do ganho de peso total e o ganho de peso médio diário (GMD), calculado a partir da divisão entre o tempo de confinamento e o ganho de peso total de cada animal. A eficiência alimentar (EA) foi calculada pela divisão do ganho de peso corporal individual

pelo consumo individual durante o período experimental. As pesagens foram feitas após jejum alimentar de 16 horas.

Foram realizadas medidas biométricas descritas por Osório et al. (1998), Santana (2001) e Cezar e Sousa (2007), tais como: comprimento corporal (CompC), altura de cernelha (AC), altura de garupa (AG), altura do fêmur (AF), largura do peito (LP), largura da garupa (LG), largura do tórax (LT), perímetro da coxa (PC), perímetro da garupa (PG), perímetro torácico (PT), comprimento da perna (CP), escore de condição corporal (ECC).

Também foi calculada a capacidade corporal (CC):  $CC = \text{Peso ao Abate} / \text{comprimento corporal}$ , para cada animal.

### **Abate e avaliação de carcaça**

Após o período experimental, os animais foram submetidos a um jejum sólido por um período de 16 horas e posteriormente foram pesados para obtenção do Peso Final (PF).

No procedimento de abate, os animais foram insensibilizados por eletronarcose (220 volts por 10 segundos), suspensos pelos membros e sangrados, perfurando a veia jugular e a artéria carótida em seguida foram esfolados e eviscerados, seguindo as normas do Serviço de Inspeção Federal (SIF) de abate segundo normativa preconizadas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Normativa nº03/00, MAPA BRASIL, 2000) em frigorífico comercial, localizado a 22 km de distância do confinamento, situado no Município de Feira de Santana/BA.

Após a evisceração, as carcaças ainda penduradas pelos tendões calcâneos comum com ganchos apropriados, foram identificadas por animal e tratamento e posteriormente foram pesados para a obtenção do peso de carcaça quente (PCQ) e rendimento de carcaça quente (RCQ) pela equação:  $RCQ = (PCQ/PF) \times 100$ . Em seguida as carcaças foram submetidas à refrigeração em câmara fria a 4°C por 24 horas. Após este período, as carcaças foram novamente pesadas para obtenção do peso da carcaça fria (PCF) e rendimento de carcaça fria (RCF) pela equação:  $RCF = (PCF/PF) \times 100$ . Para os cálculos de rendimentos de carcaça, foram utilizados o peso final apenas das carcaças que não apresentaram condenação por hemorragia.

### **Medidas morfométricas**

A avaliação visual da carcaça foi subjetiva, levando-se em consideração as diferentes regiões anatômicas a espessura de seus planos musculares e adiposos. Para isto as carcaças foram penduradas pelo tendão calcâneo comum, para as avaliações de conformação da carcaça, em que foram pontuadas em uma escala de 1 a 5 pontos (1 ruim a 5 excelente), na avaliação de acabamento da carcaça de 1 a 5 (1 muito magra a 5 muito gorda) de acordo com as metodologias descritas por Cezar e Sousa (2007).

As medidas de comprimento da carcaça, comprimento interno da carcaça (CIC), comprimento da perna, perímetro da coxa, perímetro da garupa, largura da garupa, largura do tórax, profundidade do tórax, perímetro do tórax, índice de compacidade da carcaça ( $ICC = PCF/CIC$ ), também foram realizadas segundo as metodologias descritas por Cezar e Sousa (2007), sendo realizadas com as carcaças suspensas pelo tendão calcâneo comum.

As medidas de comprimento, altura e perímetro foram mensuradas utilizando-se fita métrica, e as de largura e profundidade, com o instrumento de compasso, cuja abertura registrada foi mensurada com régua.

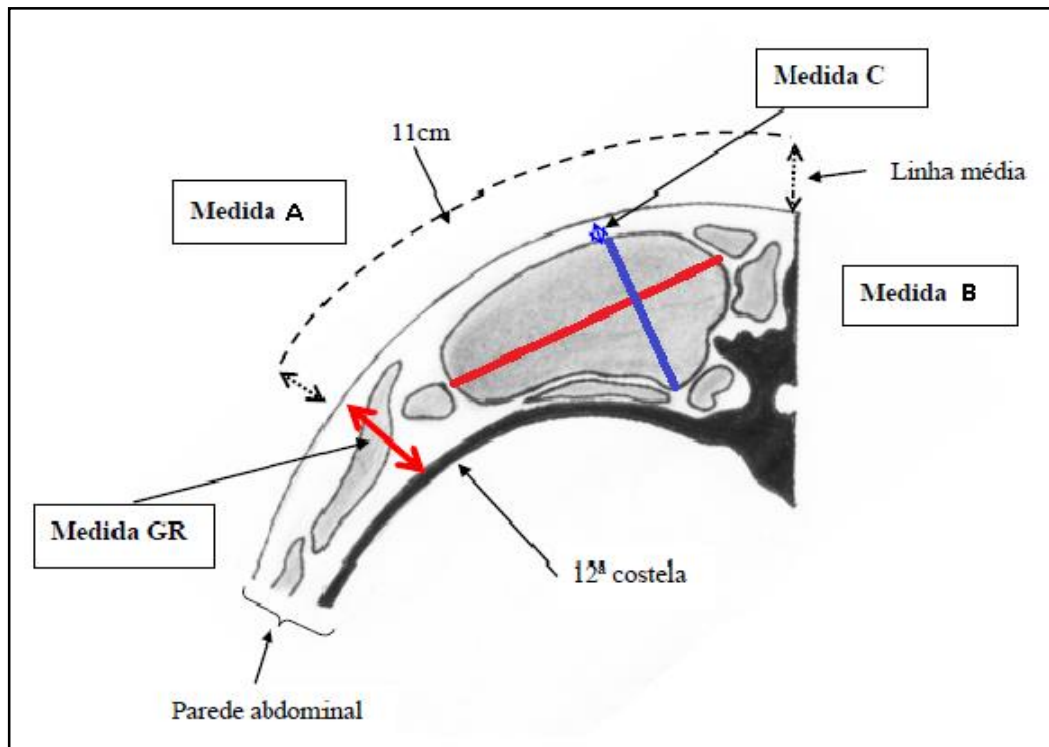
### **Obtenção do músculo *Longissimus lumborum* e avaliação quantitativa**

Após o período de 24 horas ao abate, as carcaças foram seccionadas em cortes comerciais e ao realizar o corte transversal do *Longissimus dorsi*, entre 13<sup>a</sup> vertebra torácica e a 1<sup>a</sup> vértebra lombar obtivemos o *Longissimus lumborum* e na sua secção transversal exposta foram determinadas a área de olho de lombo (AOL) e a espessura de gordura conforme Cezar e Sousa (2007), através das medidas A e B; C e GR, respectivamente, como representado na figura 1.

A área de olho de lombo (AOL) foi desenhada sobre a secção transversal exposta do músculo *Longissimus lumborum*, com auxílio de uma folha de transparência e caneta apropriada e posteriormente com uma régua foram traçadas duas retas, uma medindo a largura do olho de lombo (A), ou seja, a distância máxima do músculo a partir da linha medial à extremidade lateral do *Longissimus dorsi* e outra reta mediando à profundidade (B), distância máxima perpendicular à largura, localizada adjacente à borda lateral das vértebras.

A AOL foi calculada a partir da equação  $(A/2 \times B/2) \times \pi$ , considerando  $\pi = 3,1416$ , obtendo-se o resultado em  $\text{cm}^2$ , de acordo com Cezar e Sousa (2007).

Figura 1. Medidas A e B; C e GR da secção transversal entre as 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas



Fonte: Adaptado de Cezar e Sousa (2007)

A espessura de gordura foi obtida através das medidas C e GR com auxílio de um paquímetro obtendo a leitura em milímetros, onde a medida C foi considerada a espessura mínima de gordura de cobertura sobre o músculo e GR (“Grade Rule”) a espessura máxima de gordura de cobertura sobre a superfície da 12<sup>a</sup> costela.

Em seguida, as amostras do *Longissimus lumborum* foram dessecados, embalados em sacolas plásticas, identificados por animal e tratamento e armazenados em congelador a -20°C, para posteriores análises laboratoriais.

### Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e dez repetições, totalizando 40 parcelas. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de regressão, utilizando-se o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta(X_i - \bar{X}) + e_{ij}, \text{ em que :}$$

$Y_{ij}$  = observação da variável estudada no animal;

$\mu$  - média geral;

$T_i$  – efeito fixo do tratamento  $i$ , em que  $i = 0, 10, 20$  e  $30\%$ ;



$\beta$  – coeficiente de regressão ou relação funcional com a covariável;

$X_i$  – valor observado da covariável aplicado a unidade experimental;

$\bar{X}$  – Média da covariável

$e_{ij}$  – erro aleatório, associado a cada observação com  $j$  repetições, em que  $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$  e  $10$ .

Os contrastes polinomiais foram utilizados para determinar os efeitos linear e quadrático dos tratamentos através do comando PROC GLM (do programa estatístico SAS 9.1®). O peso inicial foi utilizado no modelo estatístico como covariável, quando significativo. Assumiu-se um nível de significância de 5% para todos os dados. Foram removidos todos os “outliers”, com desvios 3,0 acima ou abaixo do desvio padrão da média.

## RESULTADOS

O consumo diário de matéria seca ( $P < 0,01$ ), proteína bruta ( $P < 0,01$ ), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína ( $P = 0,02$ ), carboidratos não fibrosos ( $P < 0,01$ ) e nutrientes digestíveis totais ( $P < 0,01$ ) reduziram linearmente com a inclusão da torta de girassol as dietas. Enquanto o consumo de extrato etéreo aumentou linearmente ( $P < 0,01$ ), proporcionando um acréscimo de 92,0%, com a inclusão de torta de girassol a dieta (Tabela 3).

A inclusão de torta de girassol afetou o consumo em gramas por quilo de peso corporal da matéria seca ( $P < 0,01$ ), porém não afetou a fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína ( $P > 0,05$ ). Já com relação ao consumo por quilo de peso metabólico da matéria seca, foi observado efeito significativo ( $P < 0,01$ ) com comportamento linear decrescente e para o consumo de extrato etéreo ( $P < 0,01$ ) foi observado o aumento significativo com a inclusão de torta de girassol.

A composição da dieta efetivamente consumida pelos cordeiros apresentou comportamento diferenciado entre os nutrientes (Tabela 4). O extrato etéreo e a fibra em detergente neutro aumentaram linearmente ( $P < 0,01$ ), com aumento de 168% e 20,4%, respectivamente, enquanto a proteína e os carboidratos não fibrosos reduziram

linearmente ( $P < 0,01$ ) à medida que incluiu torta de girassol a dieta com redução de 6,37% e 32,5%, respectivamente.

Tabela 3. Consumo diário de nutrientes em gramas (g), gramas por quilo de peso corporal (g/kg de PC) e em gramas por quilo de peso metabólico (g/kg PC<sup>0,75</sup>) de cordeiros mestiços Santa Inês submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol

Item	Níveis de inclusão (%)				EPM <sup>1</sup>	Significância	
	0	10	20	30		Lin <sup>2</sup>	Quad <sup>3</sup>
	Consumo (g/dia)						
Matéria seca	1,20	1,02	1,00	0,86	52,7	<0,01	0,73
Proteína bruta	245	205	196	164	9,86	<0,01	0,74
Extrato etéreo	31,1	41,6	54,6	59,9	2,34	<0,01	0,09
Fibra em detergente neutro cp <sup>4</sup>	441	395	414	381	22,1	0,02	0,88
Carboidratos não fibrosos	418	319	273	202	15,8	<0,01	0,35
Nutrientes digestíveis totais	822	697	660	581	35,8	<0,01	0,50
	Consumo (% do PC)						
Matéria seca	43,6	40,6	39,2	35,2	1,05	<0,01	0,68
Fibra em detergente neutro cp <sup>4</sup>	16,0	15,8	16,3	15,5	0,48	0,69	0,59
	Consumo (g/kg PC <sup>0,75</sup> )						
Matéria seca	99,7	90,5	87,9	78,0	2,36	<0,01	0,89
Extrato etéreo	2,59	3,70	4,82	5,46	0,11	<0,01	0,07

<sup>1</sup> Erro Padrão da Média, <sup>2</sup> Significância para efeito linear, <sup>3</sup> Significância para efeito quadrático, <sup>4</sup>Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína.

Tabela 4. Composição da dieta efetivamente consumida (%) por cordeiros submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol

Item	Níveis de inclusão (%)				EPM <sup>1</sup>	P-valor	
	0	10	20	30		Lin <sup>2</sup>	Quad <sup>3</sup>
Proteína bruta	20,4	20,1	19,6	19,1	0,15	<0,01	0,74
Extrato etéreo	2,60	4,09	5,46	6,97	0,04	<0,01	0,71
Fibra em detergente neutro cp <sup>4</sup>	36,8	38,7	41,4	44,3	0,34	<0,01	0,51
Carboidratos não fibrosos	34,8	31,3	27,3	23,5	0,23	<0,01	0,39

<sup>1</sup> Erro Padrão da Média, <sup>2</sup> Significância para efeito linear, <sup>3</sup> Significância para efeito quadrático, <sup>4</sup>Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína

O coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo ( $P < 0,01$ ), da matéria seca ( $P < 0,01$ ) e dos carboidratos não fibrosos ( $P = 0,01$ ) apresentaram efeito significativo com comportamento linear decrescente para matéria seca e carboidratos não fibrosos e com comportamento linear crescente para extrato etéreo a medida que aumentou o nível de torta de girassol a dieta (Tabela 5). A digestibilidade dos demais nutrientes

não foram afetadas ( $P>0,05$ ) com a inclusão de torta de girassol a dieta.

Tabela 5. Coeficiente de digestibilidade dos nutrientes (%) de dietas contendo níveis de torta de girassol para cordeiros mestiços Santa Inês

Item	Níveis de inclusão (%)				EPM <sup>1</sup>	P-valor	
	0	10	20	30		Lin <sup>2</sup>	Quad <sup>3</sup>
Matéria seca	68,5	66,6	62,6	62,3	1,35	<0,01	0,65
Proteína bruta	77,1	79,3	77,7	76,4	0,98	0,30	0,08
Extrato etéreo	73,5	82,7	85,9	89,2	1,55	<0,01	0,08
Fibra em detergente neutro cp <sup>4</sup>	48,4	45,0	43,5	45,8	2,82	0,48	0,34
Carboidratos não fibrosos	86,6	86,3	80,3	81,7	1,35	0,01	0,59

<sup>1</sup> Erro Padrão da Média, <sup>2</sup> Significância para efeito linear, <sup>3</sup> Significância para efeito quadrático, <sup>4</sup> Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína.

A inclusão de torta de girassol proporcionou redução no consumo de N ( $P<0,01$ ), balanço de nitrogênio N ( $P=0,02$ ), N endógeno basal ( $P<0,01$ ) e na retenção de nitrogênio ( $P=0,03$ ), representando comportamento linear decrescente à medida que aumentou a proporção de torta de girassol a dieta, com redução de 27,9% e 39,6%, respectivamente (Tabela 6). O nitrogênio perdido através da urina, não apresentou efeito significativo ( $P>0,05$ ) com a inclusão da torta à dieta. Já o nitrogênio perdido através das fezes apresentou efeito significativo ( $P=0,03$ ) com comportamento quadrático ( $0,0059x^2 - 0,2551x + 9,3078$ ) à medida que aumentava o nível de torta de girassol, apresentando ponto de máxima em 21,6% de inclusão de torta.

Tabela 6. Balanço de compostos nitrogenados (g/dia) em cordeiros mestiços Santa Inês submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol

Item	Níveis de inclusão (%)				EPM <sup>1</sup>	P-valor	
	0	10	20	30		Lin <sup>2</sup>	Quad <sup>3</sup>
N Consumido	41,1	34,1	30,7	19,2	1,77	<0,01	0,17
N Fecal	9,40	7,06	6,86	6,88	0,59	0,01	0,03
N Urinário	4,82	7,72	4,13	5,83	1,69	0,94	0,76
Balanço de N	26,9	19,3	19,7	16,5	2,50	0,02	0,31
N Endógeno Basal	5,01	4,79	4,62	4,38	0,17	<0,01	0,66
N Retido	21,9	14,5	15,1	12,1	2,50	0,03	0,32

<sup>1</sup> Erro Padrão da Média, <sup>2</sup> Significância para efeito linear, <sup>3</sup> Significância para efeito quadrático.

A habilidade dos animais em transformar a dieta consumida em músculo, reduziu linearmente, proporcionando redução no peso final ( $P<0,01$ ), ganho de peso médio ( $P<0,01$ ) e diário ( $P<0,01$ ) e na eficiência alimentar ( $P<0,01$ ), à medida que aumentou o nível de torta de girassol na dieta (Tabela 7).

Tabela 7. Desempenho de cordeiros mestiços Santa Inês submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol

Variáveis	Níveis de inclusão (%)				EPM <sup>1</sup>	P-valor	
	0	10	20	30		Lin <sup>2</sup>	Quad <sup>3</sup>
Peso inicial (kg)	21,2	20,5	21,3	21,2	1,19	-	-
Peso final (kg)	33,7	30,0	29,8	27,6	1,45	<0,01	0,56
Ganho de peso (kg)	12,4	9,51	8,54	6,44	0,62	<0,01	0,53
Ganho de peso diário (kg)	0,22	0,17	0,15	0,12	0,01	<0,01	0,53
Eficiência alimentar	0,18	0,17	0,15	0,14	0,01	<0,01	0,86

<sup>1</sup> Erro Padrão da Média, <sup>2</sup>Significância para efeito linear, <sup>3</sup>Significância para efeito quadrático

Através das mensurações realizadas no animal vivo (biometria) e na carcaça (morfometria), com objetivo de avaliar o desenvolvimento corporal dos animais recebendo níveis de torta de girassol, observa-se que a inclusão da torta proporcionou redução de medidas corporais, com efeito significativo para altura do posterior ( $P=0,01$ ), comprimento corporal ( $P<0,01$ ) e capacidade corporal ( $P<0,01$ ), o que resulta em animais de menor porte (Tabela 8).

Para as mensurações realizadas na carcaça, o comprimento interno ( $P<0,01$ ), comprimento externo ( $P=0,01$ ), comprimento da perna ( $P=0,01$ ), profundidade do tórax ( $P=0,01$ ) e perímetro da garupa ( $P<0,01$ ) apresentaram efeito significativo com comportamento linear decrescente à medida que aumentou o nível de torta de girassol a dieta.

A capacidade corporal ( $P<0,01$ ) e o índice de compacidade da carcaça ( $P=0,01$ ) reduziram linearmente 10,9% e 17,4%, respectivamente, com a inclusão de torta de girassol na dieta, mesmo comportamento foi observado para a conformação de carcaça e AOL, que proporcionaram uma redução de 18,9% e 33,8%, respectivamente entre os níveis de 0 e 30% de inclusão de torta de girassol (Tabela 9).

Tabela 8. Biometria e morfometria de cordeiros mestiços Santa Inês submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol

Item	Níveis de Inclusão (%)				EPM <sup>1</sup>	P-valor	
	0	10	20	30		Lin <sup>2</sup>	Quad <sup>3</sup>
Medidas Biométricas							
Altura de anterior (cm)	65,7	62,9	63,6	62,1	1,40	0,05	0,70
Altura de posterior (cm)	65,2	64,4	63,9	61,9	0,99	0,01	0,37
Largura de tórax (cm)	22,4	22,1	22,0	21,3	0,60	0,14	0,63
Largura de garupa (cm)	21,2	19,2	20,7	20,1	0,71	0,52	0,38
Perímetro torácico (cm)	83,0	81,4	83,9	82,8	2,07	0,86	0,97
Comprimento corporal (cm)	60,7	60,9	59,2	55,9	1,18	<0,01	0,03
Capacidade Corporal (kg/cm)	0,55	0,49	0,50	0,49	0,02	<0,01	0,07
Medidas Morfométricas							
Comprimento externo (cm)	57,6	55,2	54,0	53,2	1,11	<0,01	0,48
Comprimento interno (cm)	61,1	60,6	57,6	54,4	2,13	0,01	0,49
Comprimento da perna (cm)	41,8	40,7	40,8	39,7	0,73	0,01	0,79
Largura do tórax (cm)	23,8	23,6	23,2	22,9	0,89	0,26	0,83
Profundidade do tórax (cm)	24,8	24,7	24,1	23,5	0,61	0,01	0,42
Perímetro da garupa (cm)	67,2	63,8	62,8	61,4	0,85	<0,01	0,04
Compacidade da carcaça (kg/cm)	0,23	0,22	0,21	0,19	0,01	0,01	0,89

<sup>1</sup> Erro Padrão da Média, <sup>2</sup>Significância para efeito linear, <sup>3</sup>Significância para efeito quadrático.

Tabela 9. Características de carcaça de cordeiros mestiços Santa Inês submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol

Item	Níveis de inclusão (%)				EPM <sup>1</sup>	P-valor	
	0	10	20	30		Lin <sup>2</sup>	Quad <sup>3</sup>
Pesos (kg)							
Ao abate	33,7	30,3	29,3	27,5	1,46	<0,01	0,44
Carcaça quente	14,4	13,3	11,9	10,5	0,69	<0,01	0,44
Carcaça fria	14,3	13,3	11,9	10,5	0,69	<0,01	0,48
Rendimentos (%)							
Carcaça quente	42,7	43,9	40,6	38,2	1,01	<0,01	0,10
Comercial da carcaça	42,4	43,9	40,6	38,2	1,01	<0,01	0,12
Espessura de Gordura (mm)							
Mínima	1,35	1,33	1,45	1,06	0,22	0,57	0,48
Máxima	3,30	3,21	3,00	2,56	0,28	0,10	0,42
AOL <sup>4</sup> (cm <sup>2</sup> )	14,5	13,0	12,5	9,6	0,55	<0,01	0,15
Conformação	3,70	2,80	3,20	3,00	0,22	0,04	0,09
Acabamento	2,60	2,60	2,65	2,61	0,20	0,93	0,92

<sup>1</sup> Erro Padrão da Média, <sup>2</sup>Significância para efeito linear, <sup>3</sup>Significância para efeito quadrático, <sup>4</sup>Área de olho de lombo

Os pesos de carcaça quente ( $P<0,01$ ) e carcaça fria ( $P<0,01$ ) assim como seus rendimentos ( $P<0,01$ ), apresentaram efeito significativo com comportamento linear decrescente com a inclusão de torta de girassol a dieta.

Os pesos ao abate, de carcaça quente e de carcaça fria, apresentaram redução de 18,4%, 27,1% e 26,6% respectivamente, entre os níveis de 0 e 30% de inclusão de torta de girassol. Como consequência desta redução nos pesos, os rendimentos de carcaça quente e carcaça fria também apresentaram redução de 10,5% e 9,91% respectivamente.

## DISCUSSÃO

A inclusão da torta de girassol nas dietas, proporcionou aumento nas concentrações de FDNcp (15,3%), lignina (65,3%) e EE (158%), associada a redução de CNF (30,1%), quando avaliado os níveis com 0 a 30% de inclusão de torta de girassol correspondendo a quantidade destas frações nutricionais na dieta. Rodrigues et al. (2013) também trabalhando com a inclusão de torta de girassol, relataram que a inclusão proporcionou aumento nos teores de FDN e EE da dieta, e ao comparar as dietas sem torta de girassol e com nível de 28% de inclusão, observaram que ocorreu um aumento de 19,7% de FDN e 56,7% de EE. Este comportamento também foi observado no presente trabalho.

A inclusão da torta de girassol à dieta promoveu um aumento linear no consumo diário de extrato etéreo, provavelmente está associado ao elevado teor desta fração analítica presente na torta de girassol (16,8 % na MS). Porém é importante enfatizar que as concentrações de EE presente nas dietas estavam abaixo do nível considerado máximo de 8% (NRC, 2001) para não causar redução do consumo de MS. Podendo isto ser considerado favorável, por aumentar a densidade energética da dieta e por aumentar a digestibilidade aparente do extrato etéreo, reduzindo assim as perdas endógenas de compostos lipídicos em relação ao extrato etéreo que foi consumido pelo animal (PALMQUIST, 1991).

Diante da redução linear no consumo diário de NDT, confirma-se que a redução do consumo de MS não foi limitada pela densidade energética da ração e sim limitada por fatores físicos no trato gastrointestinal, pois o consumo diário de FDN em gramas por

quilo de peso corporal foi semelhante entre as dietas e superior ao mencionado por Mertens (1994), no modelo “FDN-consumo de energia”, em que afirma que a ingestão de MS é limitada pelo enchimento quando o consumo diário de FDN é maior que 13g/kg de PC, fazendo com que ocorra distinção ruminal, devido ao maior tempo de retenção no rúmen e resultando em interrupção no consumo de MS. Fato também observado na digestibilidade da MS, em que de acordo com Faria e Mattos (1995) o máximo consumo voluntário de MS ocorre quando a digestibilidade da dieta se encontra entre 66 e 68%.

Outros mecanismos que podem limitar o consumo e que não estão ligados a fibra, também podem ter contribuído para um maior tempo de retenção no rúmen, como a presença de ácidos graxos no abomaso que aumentam a secreção de colecistoquinina (CCK) no plasma sanguíneo contribuindo com a saciedade, por inibir a motilidade do trato gastrointestinal, resultando em menor taxa de passagem da digesta, impedindo o esvaziamento do trato, ocasionando a distensão do rúmen retículo e reduzindo o consumo (ALLEN, 2000, PALMQUIST e MATTOS 2011). A percentagem de extrato etéreo não reduziu significativamente a digestibilidade da fibra, ratificando estes resultados, Toral et al. (2009) constataram que a inclusão de óleo de girassol, com teor de EE de 6,58%, na dieta de ovinos, não afetou a digestibilidade do FDN. Agy et al. (2012) relataram também que a inclusão de torta de girassol não afetou a digestibilidade da PB e do FDN, diferindo apenas com relação a digestibilidade do EE, que os autores supracitados não encontraram efeito, e no presente trabalho, a digestibilidade do EE apresentou efeito significativo com comportamento linear crescente à medida que incluiu a torta de girassol a dieta.

Pela composição da dieta efetivamente consumida, pode-se observar que houve seletividade dos animais quanto a dieta ofertada, pois de acordo com a composição bromatológica das dietas, o teor de PB variou de 18,8% a 17,8%, CNF de 32,2% a 22,5% e FDN<sub>cp</sub> de 41,2% a 47,5% entre os níveis de 0% a 30%, quando observados a composição da dieta efetivamente consumida, os teores de PB variaram de 20,4% a 19,1%, CNF de 34,8% a 23,5% e FDN<sub>cp</sub> de 36,7% a 44,9%. Esta diferença entre a dieta ofertada e a efetivamente consumida, indica que houve predileção dos animais ao concentrado, visto que o concentrado apresenta maior percentual de PB e CNF e menor de FDN<sub>cp</sub>, em relação ao volumoso.

O comportamento linear decrescente para o consumo de carboidratos não fibrosos à medida que incluía torta de girassol à dieta, provavelmente está associado ao baixo teor

desta fração analítica presente na torta de girassol (209g/kg na MS). Mesmo comportamento é observado para a digestibilidade dos CNF com a inclusão da torta de girassol, que pode estar associada a elevada concentração da fração fibrosa presente da torta de girassol (318 g/kg de MS) que proporcionou um aumento na concentração de lignina de 65,3%, quando comparada as dietas sem torta e com o nível máximo de torta de girassol podendo ter reduzido a digestibilidade dos nutrientes. Resultados semelhantes para a redução do consumo e da digestibilidade dos CNF foram obtidos por Agy et al. (2012) trabalhando com níveis de 0, 8, 16 e 24% de torta de girassol na alimentação de cabritos.

A inclusão de torta de girassol a dieta, reduziu linearmente o consumo de MS e consequentemente o consumo de PB e a PB efetivamente consumida, afetando o balanço de nitrogênio, através da redução no consumo diário de nitrogênio, do balanço de nitrogênio e do nitrogênio retido. O nitrogênio perdido nas fezes foi de 22,9; 20,7; 22,3 e 23,6 % e na urina de 11,7; 22,7; 13,5 e 20,0% totalizando 34,6; 43,4; 35,8 e 43,6% do nitrogênio ingerido pelos animais para os tratamentos com 0, 10, 20 e 30% de inclusão de torta de girassol, respectivamente. Indicando que a inclusão de torta de girassol na dieta dos cordeiros, supriu as exigências de proteína, visto que o balanço de nitrogênio (BN) foi positivo, porém os níveis de torta de girassol proporcionaram redução no BN, N endógeno basal, que é representada pelos aminoácidos inevitavelmente perdida pelo animal relacionado ao fluxo físico de MS do alimento pela área da digesta e N retido, indicando que a eficiência na utilização de N reduziu com a inclusão da torta de girassol. Isto provavelmente ocorreu devido ao N perdido através das fezes está associado a concentração de PIDA, que apresentou um aumento de 29,4% na dieta, quando comparado os tratamentos com 0% e 30% de inclusão de torta de girassol.

A inclusão de torta de girassol na dieta, reduziu o consumo de NDT, o consumo e a digestibilidade da MS e dos CNF, resultando em menor eficiência alimentar, ou seja, menor aproveitamento dos nutrientes para o desenvolvimento muscular dos animais, obtendo assim um comportamento linear decrescente, para ganho de peso diário ( $\hat{Y} = -0,0034x + 0,2157$ ), indicando uma redução de 0,0034 kg para cada aumento de 1% de inclusão de torta de girassol nas dietas.

Diante das mensurações realizadas no animal vivo, com o objetivo de identificar indivíduos superiores, quando a qualidade da carcaça (CEZAR e SOUSA 2007), apenas



a altura do posterior e comprimento corporal apresentaram efeito significativo reduzindo linearmente com a inclusão de torta de girassol, confirmando que os animais apresentaram menor desempenho corporal com o aumento do nível de torta de girassol. Esta redução no desempenho dos animais, também pode ser observada através da capacidade corporal dos mesmos, que reduziu 10,9% do nível 0% ao 30% de inclusão, indicando que os animais apresentaram um menor porte ao nível de 30% de inclusão de torta de girassol. Rodrigues et al. (2013) trabalhando com cordeiros SRD alimentados com silagem de milho com relação volumoso:concentrado de 40:60 e inclusão de 0,7, 14, 21 e 28% de torta de girassol, relataram que a inclusão da torta de girassol na dieta afetou negativamente o desenvolvimento dos animais, reduzindo a área de olho de lombo, o peso corporal final e os ganhos de peso médio diário e total, como observados neste trabalho.

Mensurações e avaliações realizadas na carcaça, como o índice de compacidade da carcaça, conformação de carcaça e a AOL, são parâmetros que aferem quantitativamente a distribuição muscular na carcaça, parte comestível de maior retorno financeiro, nos dando ciência da conformação destes animais. Estes parâmetros reduziram linearmente com a inclusão de torta de girassol, resultando em carcaças mais compactas, para o nível máximo de inclusão de torta de girassol. Esta redução, refletiu em menores pesos de carcaças, e rendimentos, fato este que pode estar associado ao aumento do teor de FDN e FDA nas dietas, com a inclusão da torta de girassol, proporcionando aos animais com maior nível de torta, um maior volume de trato gastrointestinal e maior tempo de retenção da digesta, mesmo quando os animais são submetidos a um período de jejum, visto que o rendimento de carcaça é a relação entre peso da carcaça e o peso final do animal que considera o trato gastrintestinal e seu conteúdo.

## CONCLUSÃO

A inclusão de até 30% de torta de girassol na MS total da dieta reduz o consumo, o desempenho e características de carcaça de cordeiros mestiços Santa Inês.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.

AGY, M. S. F. A.; OLIVEIRA, R. L.; RIBEIRO, C. V. Di M.; RIBEIRO, M. D.; BAGALDO, A. R.; ARAÚJO, G. G. L. de; PINTO, L. F. B.; RIBEIRO, R. D. X. Sunflower cake from biodiesel production fed to crossbred Boer kids. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n.1, p. 123-130, 2012.

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.

ALVES, F. J. L.; FERREIRA, M. A.; URBANO, S. A; ANDRADE, R. P. X.; SILVA, A. E. M.; SIQUEIRA, M. C. B.; OLIVEIRA, J. P. F.; SILVA, J. L. Performance of lambs fed alternative protein sources to soybean meal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, n. 4, p. 145-150, 2016.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington: AOAC, 1990.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16 ed. rev.4. Washington: AOAC. 1998.

BEZERRA, L. S.; BARBOSA, A. M.; CARVALHO, G. G. P.; SIMIONATO, J. I.; FREITAS JUNIOR., J. E.; ARAÚJO, M. L. G. M. L.; PEREIRA, L.; SILVA, R. R.; LACERDA, E. C. Q.; CARVALHO, B. M. A. Meat quality of lambs fed diets with peanut cake. **Meat Science**, 2016.

BOMFIM, M. A. D.; SILVA, M. M. C.; SANTOS, S. F. Potencialidades da utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de caprinos e ovinos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 4, p. 15-26, 2009.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H.; **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. 1 ed. Uberaba: Agropecuária Tropical, 2007. 147p.

COSTA, J. B.; OLIVEIRA, R. L.; SILVA, T. M.; RIBEIRO, R. D. X.; SILVA, A. M.; LEÃO, A. G.; BEZERRA, L. R.; ROCHA, T. C. Intake, digestibility, nitrogen balance, performance, and carcass yield of lambs fed licuri cake. **Journal of Animal Science**. v. 94, n. 7, p. 2973-2980, 2016.

FARIA, V.P.; MATTOS, W.R.S. Nutrição de bovinos tendo em vista performances econômicas máximas. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.) **Nutrição de bovinos: conceitos básicos e aplicados**. Piracicaba: FEALQ. p.199-222. 1995.

FERNANDES JÚNIOR, F.; RIBEIRO, E. L. A.; CASTRO, F. A. B.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. D. F.; PEREIRA, E. S.; PINTO, A.P.; BARBOSA, M.A.A.F.; KORITIAKI, N. A. Desempenho, consumo e morfometria in vivo de cordeiros Santa Inês alimentados com rações contendo torta de girassol em substituição ao farelo de algodão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 2, p. 483-491, 2015.

GONZAGA NETO, S.; OLIVEIRA, R. L.; LIMA, F. H. S.; MEDEIROS, A. N.; LEILSON ROCHA BEZERRA, L. R.; VIÉGAS, J.; NASCIMENTO JUNIOR, N. G.; FREITAS NETO, M. D. Milk production, intake, digestion, blood parameters, and ingestive behavior of cows supplemented with by-products from the biodiesel industry. **Tropical Animal Health and Production**. v. 47, n. 1, p. 191–200, 2015.

HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates. Nutritional relevance and analysis: A Laboratory Manual**. 1 ed. Gainesville: University of Florida, 2000. 76p.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa pecuária municipal, 2014. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2>, Acesso em: 17 Jul. 2016.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

MAPA BRASIL, 2000 - Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento. Normativa nº03/00, de 07 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue.

- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.188-219.
- MERTENS, D. R., Regulation of forage intake. In: G. C. FAHEY JR, M. COLLINS (eds). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. pp. 450–493.
- MOURA, E. S.; SILVA, L. D. F.; PEIXOTO, E. L. T.; BUMBIERIS JUNIOR, V. H.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y.; FORTALEZA, A. P. S. Sunflower cake in diets for lambs: intake, digestibility, nitrogen balance and rumen parameters. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 2247-2258, 2015.
- NAGALAKSHMI, D.; DHANALAKSHMI, K.; HIMABINDU, D. Replacement of groundnut cake with sunflower and karanj seed cakes on performance, nutrient utilization, immune response and carcass characteristics in Nellore lambs. **Small Ruminant Research**. v. 97, n. 1; p. 12–20, 2011.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 rev ed. Washington: NAP, 2001. 380p.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of small ruminants**. 1. ed. Washington: NAP, 2007. 362p.
- OSÓRIO, J. C.; OSÓRIO, M. T.; JARDIM, P. O.; PIMENTEL, M. A.; POUHEY, J. L. **Métodos para avaliação da produção da carne ovina: in vivo, na carcaça e na carne**. 1 ed. Pelotas: Editora Universitária. 1998. 107p.
- PALMQUIST, D. L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 4, p. 1354-1360, 1991.
- PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: Funep. 2011. 616p.
- RODRIGUES, D. N.; CABRAL, L. S.; LIMA, L. R.; ZERVOUDAKIS, J. T.; GALATI, R. L.; OLIVEIRA, A. S.; COSTA, D. P. B.; GERON, L. J. V. Desempenho de cordeiros

confinados, alimentados com dietas à base de torta de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 4, p. 426-432, 2013.

RODRIGUES, D. P., SANTOS, J. M., LIMA, K. C. Mapeamento preliminar da cobertura e uso do solo no município de São Gonçalo dos Campos – BA. XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada - 2009.

SANTANA, A. F. de; COSTA, G. B.; FONSECA, L. S. Correlações entre peso e medidas corporais em ovinos jovens da raça Santa Inês. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 1, n. 3; p. 74-77, 2001.

SANTOS, E. J.; PEREIRA, M. L. A.; ALMEIDA, P. J. P; PEREIRA, T. C. J.; CHAGAS, D. M. T.; SILVA, T. V. B. S. Excreções de derivados de purina obtidos por duas metodologias de coleta de urina em ovinos alimentados com farelo da vagem de algaroba em substituição a silagem de capim Elefante. **Nutritime Revista Eletrônica**, v. 12, n. 5, p. 4201-4208, 2015.

SENGER, C. C. D.; KOZLOSKI, G. V.; SNACHEZ, L. M. B.; MESQUITA, F. R.; ALVES, T. P.; CASTAGNINO, D. S. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 146, n. 1; p. 169-174, 2008.

SILVA, H. G. O.; PIRES, A. J. V.; CUNHA NETO, P. A.; CARVALHO, G. G. P.; VELOSO, C. M.; SILVA, F. F. Digestibility of nutrients in diets containing ammoniated elephant grass and cocoa meal or palm kernel cake fed to sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 499-506, 2007.

SILVA, J. F. C., LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. 1 ed. Piracicaba: Livrocercos, 1979. 384p.

SNIFFEN, C. J.; CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluation of cattle diets. II Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

TORAL, P. G.; BELENGUER, A.; FRUTOS, P.; HERVÁS, G. Effect of the supplementation of a high-concentrate diet with sunflower and fish oils on ruminal fermentation in sheep. **Small Ruminant Research**, v. 81, n. 2, p. 119-125, 2009.

VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C.; CLAYTON, M. K. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n.12, p. 2686-2696, 1999.

VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. **Journal of the A.O.A.C.**, v. 50, n. 1, 1967.

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**, v. 74, n. 10; p. 3583-3597, 1991.

## **CAPITULO 2**

---

**Torta de girassol oriunda da produção do biodiesel na alimentação de cordeiros mestiços Santa Inês – Características qualitativas da carne**

## **Torta de girassol oriunda da produção do biodiesel na alimentação de cordeiros mestiços Santa Inês – Características qualitativas da carne**

### **RESUMO**

Objetivou-se determinar o melhor nível de inclusão de torta de girassol, na dieta de ovinos mestiços Santa Inês em crescimento, com base nas características qualitativas da carne destes animais. Foram utilizados 40 cordeiros machos inteiros, recém desmamados, vacinados e vermifugados, com peso inicial médio de  $20,87 \pm 0,41$  kg, distribuídos em baias individuais sob um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (níveis de torta) e 10 repetições por tratamento. As dietas apresentaram relação volumoso: concentrado de 50:50, constituída de feno de tifton-85, milho moído, farelo de soja, premix mineral, ureia associada a sulfato de amônio (9:1) e níveis de torta de girassol (0,0; 10,0; 20,0 e 30,0%) na matéria seca total da dieta. Estas dietas foram formuladas e balanceadas para serem semelhantes em teor de nitrogênio de acordo com as recomendações do NRC, para um ganho de peso de 250 g/dia. O período experimental foi constituído por 71 dias, em que 15 dias foram destinados a adaptação dos animais a dietas e baias experimentais e 56 dias destinados a coleta de dados. Ao final do período experimental, os animais foram submetidos a jejum solido por 16 horas, pesados, em posteriormente abatidos. Com 24 horas após o abate, as carcaças foram seccionadas em cortes comerciais e o *Longissimus lumborum* foi utilizado para avaliar a qualidade da carne, através das características físico-químicas, instrumentais e sensoriais. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de regressão e para a análise sensorial, também foi realizado o teste de Levene para verificar a homogeneidade de variâncias. As características quantitativas e qualitativas do *Longissimus lumborum*, não apresentaram efeito com a inclusão de torta de girassol. Verificou-se comportamento linear crescente para os lipídios totais e a umidade à medida que incluiu a torta de girassol a dieta dos animais. O aumento de torta de girassol a dieta, proporcionou aos painelistas, maior maciez, suculência e sabor da carne, com comportamento linear crescente, que resultou em maior preferência, para as carnes dos animais que receberam 30% de inclusão de torta de girassol. O perfil de ácidos graxos apresentou efeito com a inclusão de torta de girassol, o somatório de ácidos graxos saturados, ácidos graxos poli-insaturados, n-6, n-3, ácidos graxos desejáveis e as relações AGPI:AGS, AGPI:AGMI e hipocolesterolêmico: hipercolesterolêmico, apresentaram comportamento linear crescente à medida que incluiu torta de girassol a dieta, enquanto o somatório dos ácidos graxos monoinsaturados, a relação entre AGMI:AGS e o índice de aterogenicidade, apresentou comportamento linear decrescente. A inclusão de torta de girassol pode ser recomendada no nível de 30%, apresentando melhorias na qualidade nutricional do perfil lipídico e sensorial da carne, visando o crescente interesse da população humana em consumir alimentos mais saudáveis.

**Palavras chave:** ácidos graxos, coproduto, maciez, ovinos deslanados, textura



## Sunflower cake by biodiesel production on feeding of crossbred lambs Santa Inês -Qualitative characteristics meat

### ABSTRACT

This study aimed to determine the impact of the inclusion of sunflower cake in the diets of crossbred Santa Inês lambs, based on meat quality characteristics. Forty male lambs have vaccinated and wormed, with an average body weight of  $20.87 \pm 0.41$  kg. The lambs have fed 50% hay (Tifton-85 chopped) to 50% concentrate (corn, soybean meal, urea, ammonium sulfate and inclusion of sunflower cake) on diet. The 4 treatment diets were 0, 10, 20, and 30% sunflower cake. To account for the increasing concentration of sunflower cake, corn and soybean meal were removed from the diet. These diets were formulated and balanced to be similar in nitrogen content, according to NRC recommendations for a weight gain of 250 g / day. We used 10 lambs per treatment in a randomized design. The lambs were confined for 71 days; 15 days were for adjust animals and 56 days for gathering data and at the last one day of the experimental period the animals have fasted and slaughtered. 24 hours after slaughter, carcasses have cut in commercial cuts and the *Longissimus lumborum* was used to evaluate the meat quality through the physical and chemical, instrumental and sensory characteristics. The data were submitted to regression analysis and for sensory analysis was also conducted the Levene test to verify the variances homogeneity. The level of sunflower cake inclusion promoted increased the total lipid and moisture content of the meat, without effect chemical physical characteristics. Provided more tasty, juicy and tender meat, according to the panelists. The saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, n-6, n-3, desirable fatty acids and the relationships PUFA:SFA, PUFA:MUFA and hypocholesterolemic: hypercholesterolemic increased and monounsaturated fatty acids, the relationships MUFA:SFA and atherogenicity index decreased. It is recommended 30% of sunflower cake inclusion, because it improves the nutritional quality of lipid profile and sensory of the meat, targeting mode the growing interest of the human population to consume healthier foods.

**Keywords:** byproduct, fatty acids, hair sheep, tenderness, texture

## INTRODUÇÃO

A utilização de fontes lipídicas com o objetivo de melhorar o perfil lipídico da carne, principalmente fontes vegetais ricas em ácidos graxos poli-insaturados (PEREIRA et al. 2016; SHINGFIELD et al. 2013), vem sendo cada vez mais estudado por pesquisadores. Dentre estas fontes, destaca-se o girassol que apresenta em suas sementes, um óleo nobre, com elevado valor nutricional, rico em ácido graxo poli-insaturado, principalmente o linoleico, representando aproximadamente 68% da sua composição lipídica (OLIVEIRA e CACERES, 2005), considerado um ácido graxo essencial, que desempenha funções importantes no organismo humano, pois atua como anti-inflamatório e redutor de colesterol, contribuindo, assim, para a prevenção da aterosclerose e dos problemas cardiovasculares.

Dietas ricas em ácido graxo linoleico (C18:2 n-6), proporciona um maior fornecimento de ácidos graxos poli-insaturados que são submetidos, em sua grande maioria, a biohidrogenação ruminal, que é o principal determinante do perfil de ácidos graxos na carne. Os produtos intermediários do processo de biohidrogenação, como o ácido rumênico (cis- 9, trans-11 C18:2) e o ácido vacênico (trans-11 C18:1), são os principais ácidos graxos que melhoram o perfil lipídico do produto final (SHINGFIELD et al. 2013; NUDDA et al. 2014). Endogenamente, o ácido vacênico pode ser convertido a ácido linoleico conjugado (CLA), através da enzima delta-9 dessaturase, sendo este ácido graxo depositado no tecido adiposo, proporcionando assim, melhor perfil de ácidos graxos benéficos e elevando a qualidade da carne (AMORES et al. 2014; BONFIM et al. 2011; HASTENPFLUG e WOMMER, 2012; McAFEE et al. 2010; SANTOS et al. 2013; RAJU et al. 2015), visto que a carne de ruminantes é considerada uma carne rica em ácidos graxos saturados, que são responsáveis pelo aumento do colesterol plasmático, por doenças cardiovasculares e aterosclerose.

As concentrações dos ácidos graxos rumênico e vacênico, em uma dieta rica em ácido linoleico, podem ser influenciadas pela fonte de carboidrato submetida ao processo de biohidrogenação, a exemplo de alta concentração de amido, que proporciona modificação nas principais vias do processo de biohidrogenação, que resulta no aumento da concentração de trans-10 C18:1 no tecido adiposo da carne (BESSA et al. 2015; SANTOS-SILVA et al. 2016) que não consegue ser convertido a CLA endogenamente, o que não é interessante, pois de acordo com Shingfield e Griinari (2007), as

concentrações de trans-10 C18:1 são inversamente proporcionais as concentrações de cis-9, trans-11 C18:2 e trans-11 C18:1, ou seja, além de aumentar a concentração do trans-10 C18:1, em uma dieta rica em amido e ácido linoleico, também reduzirá as concentrações de CLA na carne.

Neste contexto, com a finalidade de proporcionar aos consumidores, carnes de melhor qualidade, acreditou-se que a torta de girassol, fonte de ácido linoleico, aumentará as concentrações de ácido linoleico conjugado e reduzirá as concentrações de trans-10 C18:1, melhorando a qualidade da carne. Para isto, a realização desta pesquisa teve como objetivo, avaliar o melhor nível de inclusão de torta de girassol, através da composição centesimal, características físico-químicas, sensoriais e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros mestiços Santa Inês

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local do Experimento

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental de São Gonçalo dos Campos, pertencente à Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFBA, localizada em Mercês, lugar povoado no distrito de Afligidos do município de São Gonçalo dos Campos, entre as coordenadas 12° 25' 58" de latitude sul e 38° 58' 01" de longitude oeste. Região caracterizada por um clima tropical úmido (Classificação climática de Köppen-Geiger: Af) em que é representada pela temperatura média do mês mais frio, superior a 18°C, apresenta estação invernal ausente estando incluída parcialmente no polígono das secas, pois os períodos chuvosos do município correspondem de abril a junho e de setembro a dezembro, apresentando temperatura e pluviosidade média anual 24,3°C e 1079 mm, respectivamente (RODRIGUES et al. 2009).

### Animais e instalações

Foram utilizados 40 cordeiros, machos, inteiros, mestiços da raça Santa Inês, com peso inicial de  $20,87 \pm 0,41$  kg, os quais foram mantidos em baias individuais de madeira (1,0 x 1,0m), com piso suspenso, dotadas de comedouros e bebedouros individuais.

O experimento consistiu de 71 dias, em que os 15 dias iniciais foram destinados a adaptação dos animais as baias e as dietas experimentais e realizada a vermifugação e vacinação contra clostridioses. Os demais 56 dias, foram destinados a coleta de dados.

Todos os animais foram pesados no início do experimento e a cada quinze dias até o último dia do confinamento e após este período foram abatidos. Antes de todas as pesagens, os animais foram submetidos a um jejum sólido de 16 horas.

O protocolo do experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, sob o número de protocolo 02/2014.

### **Análises bromatológicas**

A composição bromatológica dos ingredientes (Tabela 1) foi realizada segundo recomendações da AOAC (1990) para determinação dos teores de matéria seca (MS) pelo método 934.01, matéria mineral (MM) pelo método 930.05, proteína bruta (PB) pelo método 981.10 e extrato etéreo (EE) pelo método 920.39.

As análises para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas conforme metodologia desenvolvida por Van Soest et al. (1991), com adaptação a utilização de autoclave pela metodologia proposta por Senger et al. (2008), regulando a autoclave à temperatura de 110°C por um período de 40 minutos.

Foram realizadas correções da FDA para proteína e de FDN para proteína e cinza segundo recomendações de Licitra et al. (1996), utilizando o resíduo presente nos saquinhos, após a fervura em detergente neutro e em detergente ácido, e submetendo-os a análise de proteína, para ser descontado da fibra (FDN e FDA), obtendo o teor de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA). Na correção de FDN para cinzas, foi utilizado o resíduo presente nos saquinhos, para incineração em mufla a 600° C por um período de 4 horas, para ser descontado o teor de cinzas presente na fibra em detergente neutro (CIDN).

A lignina foi determinada conforme metodologia descrita por Van Soest e Wine (1967), utilizando o saquinho com resíduo de FDA e submetendo-o ao tratamento com ácido sulfúrico a 72% por um período de três horas.

Tabela 1. Composição química e perfil de ácidos graxos dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais

Item (g/kg de MS)	Ingredientes			
	Milho moído	Farelo de soja	Torta de girassol	Feno de Tifton-85
<b>Composição bromatológica</b>				
Matéria seca	901	879	890	854
Matéria mineral	12,8	65,8	60,7	59,3
Proteína bruta	94,9	503	249	78,4
Extrato etéreo	51,4	17,4	162	13,7
Fibra em detergente neutro cp	112	103	318	720
Fibra em detergente ácido	23,2	71,3	232	397
PIDN <sup>1</sup> (g/kg da PB)	120	53,4	127	589
PIDA <sup>2</sup> (g/kg PB)	2,97	0,44	26,8	34,2
Lignina	0,65	1,32	67,7	60,8
Celulose	22,6	70,0	165	336
Hemicelulose	88,5	32,1	86,0	324
Carboidratos não fibrosos	729	311	210	129
<b>Perfil de ácidos graxos (% relativa ao total de ácidos graxos identificados)</b>				
C12:0	0,45	NI <sup>3</sup>	NI	NI
C14:0	0,2	NI	0,06	NI
C16:0	10,6	14,1	4,6	24,4
C17:0	NI	7,45	0,13	37,3
C18:0	2,82	8,62	3,45	15,6
C18:1	29,3	16,3	54,6	22,7
C18:2	55,1	39	36,7	NI
C18:3	1,48	14,6	0,47	NI

<sup>1</sup> Proteína insolúvel em detergente neutro, <sup>2</sup> Proteína insolúvel em detergente ácido, <sup>3</sup> Não identificado.

Os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com Hall (2000), utilizando a FND corrigida para cinzas e proteína, através da equação: CNF (%) = 100 - [(% PB - % PB derivada da ureia + % de ureia) + % FDNcp + % EE + % MM].

### Dietas experimentais e manejo alimentar

As dietas foram formuladas e balanceadas para apresentar concentração de nitrogênio semelhante, de acordo com as recomendações do NRC (2007) para obter ganho de peso de 250 g/dia, com relação volumoso: concentrado de 50:50, compostas por grão de milho moído, farelo de soja, ureia associada com sulfato de amônio na proporção de 9:1, feno de tifton-85 (*Cynodon ssp*) picado e torta de girassol. Os tratamentos consistiram

da inclusão de 0; 10; 20 e 30% de torta de girassol na matéria seca total da dieta (Tabela 2).

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais utilizadas na alimentação de cordeiros mestiços Santa Inês submetidos a dietas com níveis de torta de girassol

Ingrediente (g/kg de MS)	Níveis de inclusão (%MS)			
	0	10	20	30
Milho moído	260	207	153	100
Farelo de soja	220	173	127	80
Torta de girassol	0	100	200	300
Premix mineral <sup>1</sup>	15	15	15	15
Ureia + Sulfato de amônio <sup>2</sup>	5	5	5	5
Feno de Tifton-85	500	500	500	500
Composição bromatológica (g/kg de MS)				
Matéria seca	875	875	875	874
Matéria mineral	62,5	64,8	67,1	69,4
Proteína bruta	188	185	181	178
Extrato etéreo	24,1	36,7	49,4	62,1
Fibra em detergente neutro cp <sup>3</sup>	412	433	454	475
Fibra em detergente ácido	220	239	257	276
PIDN <sup>4</sup> (g/kg da PB)	338	341	345	349
PIDA <sup>5</sup> (g/kg da PB)	18,0	20,5	23,0	25,5
Lignina	30,8	37,5	44,2	50,9
Celulose	189	201	213	225
Hemicelulose	192	194	197	199
Carboidratos não-fibrosos	322	290	257	225

<sup>1</sup> Níveis de garantia (por kg em elementos ativos): cálcio 120,00g; fósforo 87,00g; sódio 147,00g; enxofre 18,00g; cobre 590,00mg; cobalto 40,00mg; cromo 20,00mg; ferro 1.800,00mg; iodo 80,00mg; manganês 1.300,00mg; selênio, 15,00mg; zinco 3.800,00mg; molibdênio 300,00mg; flúor máximo 870,00mg. <sup>2</sup> Mistura de ureia e sulfato de amônio na proporção de 9:1, <sup>3</sup> Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína <sup>4</sup> Proteína insolúvel em detergente neutro, <sup>5</sup> Proteína insolúvel em detergente ácido.

As dietas foram fornecidas na forma de mistura completa e a água oferecida *ad libitum*, duas vezes ao dia (09:00 e as 16:00 horas). Os animais foram alimentados de acordo com o consumo de matéria seca do dia anterior, e ajustada a quantidade a ser fornecida, de maneira a garantir 10% de sobras do fornecido, para não haver limitação de consumo.

## **Abate**

Após o período experimental de 56 dias, os animais foram submetidos a um jejum sólido por um período de 16 horas e posteriormente foram pesados para obtenção do Peso Final (PF).

No procedimento de abate, os animais foram insensibilizados por eletronarcose (220 volts por 10 segundos), suspensos pelos membros e sangrados, perfurando a veia jugular e a artéria carótida em seguida foram esfolados e eviscerados, seguindo as normas do Serviço de Inspeção Federal (SIF) de abate segundo normativa preconizadas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Normativa nº03/00, MAPA BRASIL, 2000) em frigorífico comercial, localizado a 22 km de distância do confinamento, situado no Município de Feira de Santana/BA.

Após a evisceração, as carcaças ainda penduradas pelos tendões calcâneos comum com ganchos apropriados, foram identificadas por animal e tratamento e posteriormente as carcaças foram submetidas à refrigeração em câmara fria a 4°C por 24 horas. Após este período, as carcaças foram conduzidas para a sala de processamento, seccionadas nos principais cortes e o *Longissimus lumborum* foi devidamente identificado e armazenado para posteriores análises físico-químicas.

## **Características qualitativas do músculo *Longissimus lumborum***

### **- pH e Cor**

Após o período de 24 horas ao abate, foi mensurado o pH do músculo com o auxílio de um potenciômetro portátil digital, com extremidade tipo espeto (Testo, 205 Gerate-Set, Lenzkirck, Alemanha).

Para a mensuração da cor do músculo *Longissimus lumborum*, foi utilizado um colorímetro (Konica Minolta, Chroma Meter CR 410, Tokyo, Japão), empregando o sistema CIE, que considera em seu sistema as coordenadas L\*, a\* e b\*, responsáveis pela luminosidade, teor de vermelho e teor de amarelo, respectivamente. As amostras foram expostas ao ar, por um período de 30 minutos antes da primeira leitura, para a formação da oximioglobina (RENERRE, 1990). Cada amostra obteve três leituras (cranial, medial e caudal) e a partir destas foi obtido um valor médio para cada animal (MILTENBURGET et al. 1992).

A saturação ou valor de Chroma ( $C^*$ ) foi calculado através da equação  $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$  e o ângulo Hue ( $h$ ) pela equação  $h = \arctangente(b^*/a^*)$  de acordo com recomendações de Hunt e King (2012).

#### **- Perdas por cocção**

Nas perdas por cocção, para cada músculo *longissimus lumborum* foram utilizadas duas amostras com 2,5 cm de espessura, pesadas para obtenção do peso antes de ser submetida ao aquecimento pelo Grill e quando a temperatura interna da carne atingiu 71°C, monitoramento obtido por termômetro digital (Gulterm 700, Gultron do Brasil) introduzido no centro geométrico de cada amostra, a amostra foi removida do Grill, refrigerada em banho maria com gelo e após o resfriamento em temperatura ambiente, as amostras foram pesadas obtendo o peso após aquecimento. Através da diferença entre os pesos antes e após o aquecimento, obteve-se a perda de peso por cocção (PPC) de cada amostra, expresso em porcentagem, de acordo com a metodologia descrita por Felício (1999).

Os bifes utilizados para as perdas por cocção foram resfriados em refrigerador a 4°C por um período de 24 horas e posteriormente, de cada bife, foram confeccionados no mínimo três cilindros, no sentido das fibras musculares, utilizando um vazador circular cilíndrico de aço inoxidável de 1,27cm de diâmetro, para avaliar a textura da carne através da força de cisalhamento (AMSA, 1995).

A força de cisalhamento foi mensurada por meio do aparelho analisador de textura (Texture Analyser TX-TX2, Mecmesin, Nevada, Estados Unidos), acoplado à lâmina de aço inox tipo Warner-Bratzler, com célula de carga de 25 kgf e velocidade de corte de 20 cm/min. O pico da força do cisalhamento foi registrado e expresso em kgf.

#### **Composição centesimal e perfil de ácidos graxos**

O perfil de ácidos graxos foi avaliado nos ingredientes (Tabela 1) utilizados nas dietas experimentais e no músculo *Longissimus lumborum*.

Para as análises da composição centesimal e perfil de ácidos graxos, utilizou-se o músculo *Longissimus lumborum* esquerdo de cada animal, sem a gordura de cobertura.

As análises de determinação da umidade, mineral e proteína bruta foram realizadas segundo metodologias da AOAC (2000), a extração dos lipídios, para



determinação dos ácidos graxos foi realizada segundo a metodologia descrita por Bligh e Dyer (1959) com adaptações e utilizando como solventes, o clorofórmio e o metanol na proporção de 2:1.

Após a extração dos lipídios, os ésteres de ácidos graxos foram derivatizados de acordo com o método descrito por Hartman e Lago (1973) e a leitura dos ésteres de ácidos graxos foi realizada por meio de cromatografia gasosa, utilizando um cromatógrafo Gasoso- Espectrômetro de Massa (GCMS-QP2010 SE), uma coluna RT-x Wax Polietileno Glicol (30 m de comprimento x 0,25 mm de diâmetro interno x 0,25 µm de espessura do filme) e um detector de massas Shimadzu (GCMS-QP 2010).

Na cromatografia, a coluna foi submetida em 4 ciclos de aquecimento, 100 ° C (durante 5 min), 190 ° C (5 ° C / min durante 5 min), 220 ° C (2 ° C / min durante 5 min), 240 ° C (5 ° C durante 5 min). O gás de arraste utilizado foi o Hélio (He) e o fluxo de injeção foi de 1 mL/min split 1:20 e a temperatura do injetor e do detector foi de 260 ° C.

A identificação dos ácidos graxos foi realizada pela comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos de ácidos gordos das amostras com o padrão autêntico (palmitato de etila), os resultados foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos, e expressos em porcentagem da área.

A porcentagem de ácidos graxos foi calculada em relação ao total de ácidos graxos identificados.

A partir do perfil dos ácidos graxos identificados foram calculados o somatório dos ácidos graxos saturados (AGS), ácidos graxos insaturados (AGI), somatório de n-3 e de n-6, como também foram calculadas as relações de AGPI:AGS, AGPI:AGMI, AGMI:AGS e n-6:n-3.

Para avaliar a qualidade nutricional da fração lipídica do músculo *Longissimus lumborum* foi calculado o índice de Aterogenicidade (IA) através da equação  $IA = [(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0)] / (\Sigma AGMI + \Sigma n-6 + \Sigma n-3)$  conforme Ulbricht e Southgate (1991), a relação entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h:H) através da equação  $h:H = (C18:1cis9 + C18:2n-6) / (C14:0 + 16:0)$  de acordo com Arruda et al. (2012), e a concentração de ácidos graxos desejáveis (AGD) obtida pela equação  $AGD = AGI + C18:0$ , conforme Rhee (1992).

A estimativa da atividade da  $\Delta 9$ -desaturase C16 (D9C16), da  $\Delta 9$ -desaturase C18 (D9C18) e da elongase, foram obtidas de acordo com Smet et al. (2004), através das

equações  $D9C16 = [C16:1 / (C16:0 + C16:1)] \times 100$ ,  $D9C18 = [(C18:1n9c) / (C18:0 + C18:1n9c)] \times 100$  e elongase  $[(C18:0 + C18:1n9c) / (C16:0 + C16:1 + C18:0 + C18:1n9c)] \times 100$ .

A determinação do colesterol foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Saldanha et al. (2004), utilizando kit enzimático da LABTEST Diagnóstico SA.

### **Análise sensorial**

Para avaliação sensorial, as amostras do músculo *longissimus lumborum*, de cada animal, foram agrupadas por tratamento e assadas em Grill, até que a temperatura interna da carne atingisse 71°C.

Posteriormente, as amostras foram cortadas em cubos de aproximadamente 2 cm<sup>3</sup> e posteriormente transferidos para béqueres pré-aquecidos, codificados e cobertos com papel alumínio, para assegurar perda mínima de calor e compostos voláteis do aroma.

Os béqueres permaneceram mantidos em banho-maria a 75°C por todo o período de avaliação sensorial.

Para esta avaliação, 75 provadores não treinados foram submetidos a uma avaliação afetiva em escala hedônica estruturada de nove pontos, de tal forma que 1 refere-se à condição menos favorável e 9 a mais favorável, avaliando a aparência, aroma, suculência, maciez e sabor da carne, de acordo com AMSA (1995).

Cada um dos provadores recebeu 2 fragmentos de carne, de cada tratamento, servidos em recipientes com tampa (Cristalpet G645 / 300C 120 ml, Pernambuco, Brasil) codificados com 3 dígitos, acompanhados de um copo com água e biscoitos do tipo cream cracker, para que fossem utilizados entre as amostras degustadas para remover o sabor residual.

A avaliação sensorial foi realizada em um período de 3 horas (11 as 14 horas) em cabines individuais (n=12).

### **Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e dez repetições, totalizando 40 parcelas. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de regressão, utilizando-se o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta(X_i - \bar{X}) + e_{ij}, \text{ em que :}$$

$Y_{ij}$  = observação da variável estudada no animal;

$\mu$  - média geral;

$T_i$  – efeito fixo do tratamento  $i$ , em que  $i = 0, 10, 20$  e  $30\%$ ;

$\beta$  – coeficiente de regressão ou relação funcional com a covariável;

$X_i$  – valor observado da covariável aplicado a unidade experimental;

$\bar{X}$  – Média da covariável

$e_{ij}$  – erro aleatório, associado a cada observação com  $j$  repetições, em que  $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$  e  $10$ .

Os contrastes polinomiais foram utilizados para determinar os efeitos linear e quadrático dos tratamentos através do comando PROC GLM (do programa estatístico SAS 9.1®).

O peso inicial dos animais foi utilizado no modelo estatístico como covariável, quando significativo.

Assumiu-se um nível de significância de 5% para todos os dados. Foram removidos todos os “outliers”, com desvios 3,0 acima ou abaixo do desvio padrão da média.

Os dados referentes à análise sensorial foram submetidos ao teste de Levene para verificar a homogeneidade de variâncias por meio do comando “HOVTEST” também do software estatístico SAS 9.1®.

## RESULTADOS

O nível de inclusão de torta de girassol na dieta não afetou ( $P > 0,05$ ) as variáveis de pH, cor, perdas por cocção e força de cisalhamento do músculo *Longissimus lumborum* (Tabela 3).

Dentre as variáveis avaliadas na composição centesimal do músculo *Longissimus lumborum* (Tabela 4), apenas os lipídios ( $P < 0,01$ ) e a umidade ( $P < 0,01$ ) apresentaram efeito significativo com comportamento linear crescente, à medida que incluiu torta de girassol a dieta. Os lipídios totais apresentaram um aumento de 28,1% e a umidade de 1,94% quando comparados nos níveis de 0 e 30% de inclusão de torta de girassol.

Tabela 3. Características físico-químicas do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros mestiços Santa Inês submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol

Variáveis	Níveis de inclusão (%)				EPM <sup>1</sup>	P-valor	
	0	10	20	30		Lin <sup>2</sup>	Quad <sup>3</sup>
pH	5,64	5,73	5,80	5,88	0,12	0,15	0,93
Parâmetros de cor							
L* (Luminosidade)	38,7	39,2	39,6	37,9	0,99	0,63	0,28
a* (Teor de vermelho)	21,8	22,1	22,7	21,2	0,46	0,52	0,09
b* (Teor de amarelo)	6,72	7,24	7,68	7,26	0,46	0,36	0,35
Chroma (%)	22,9	23,3	23,5	22,6	0,52	0,83	0,25
Hue (°)	16,9	18,1	19,0	18,6	0,96	0,20	0,46
Perdas por Cocção (%)	32,2	35,2	33,4	35,7	1,63	0,23	0,89
Força de Cisalhamento (kgf)	1,49	1,39	1,39	1,42	0,08	0,56	0,47

<sup>1</sup>Erro Padrão da Média, <sup>2</sup>Significância para efeito linear. <sup>3</sup>Significância para efeito quadrático

Tabela 4. Composição centesimal do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros Santa Inês submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol

Variáveis	Níveis de inclusão (%)				EPM <sup>1</sup>	P-valor	
	0	10	20	30		Lin <sup>2</sup>	Quad <sup>3</sup>
Lipídios totais	2,81	3,21	3,07	3,91	0,16	<0,01	0,21
Colesterol	71,5	66,3	69,2	69,8	1,41	0,61	0,08
Proteína	19,4	20,0	19,0	20,1	0,46	0,42	0,40
Umidade	75,7	75,9	75,9	77,2	0,28	<0,01	0,07
Mineral	1,08	1,07	1,09	1,10	0,01	0,27	0,46

<sup>1</sup> Erro Padrão da Média, <sup>2</sup> Significância para efeito linear. <sup>3</sup> Significância para efeito quadrático.

O teor de colesterol, proteína e mineral não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pela inclusão de torta de girassol.

A inclusão de torta de girassol a dieta afetou significativamente as características sensoriais (Tabela 5) de sabor ( $P<0,01$ ), maciez ( $P<0,01$ ) e suculência ( $P<0,01$ ) com comportamento linear crescente. Para sabor, as pontuações variaram de “gostei ligeiramente” para “gostei moderadamente”, para maciez variou de “macia” para “muito macia”, enquanto a suculência, a pontuação variou de “nem seco nem suculento” para moderadamente suculento”.

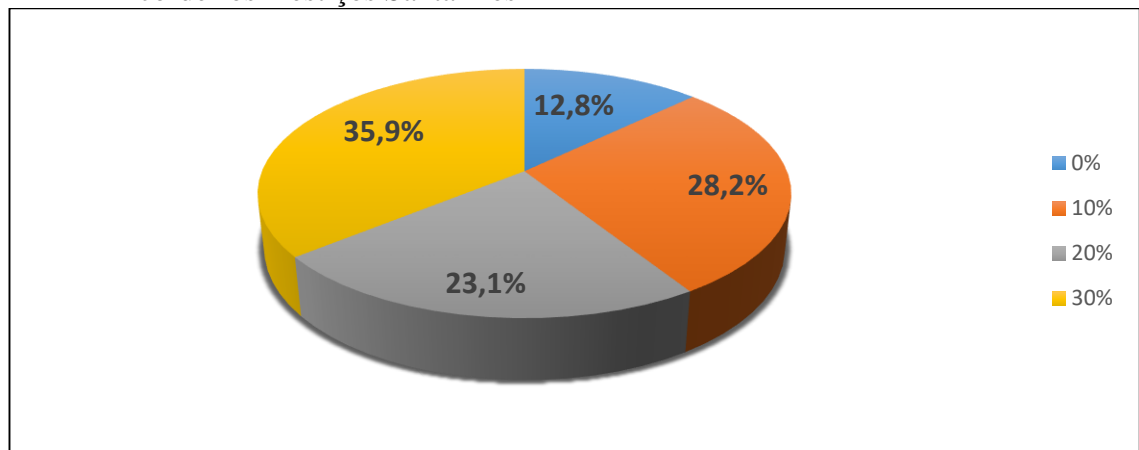
As notas atribuídas pelos painelistas apresentaram comportamento linear, com pontuações mais elevadas para o nível de 30% de inclusão de torta de girassol, nível este que apresentou maior preferência (35,90%) entre os provadores (Figura 2).

Tabela 5. Características sensoriais do *Longissimus lumborum* de cordeiros Santa Inês submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol

Variáveis <sup>1</sup>	Níveis de inclusão (%)				EPM <sup>2</sup>	P-valor	
	0	10	20	30		Lin <sup>3</sup>	Quad <sup>4</sup>
Aparência	6,9	6,9	7,0	6,7	0,24	0,59	0,37
Aroma	7,1	7,1	7,6	7,2	0,20	0,43	0,25
Sabor	6,1	6,8	7,2	7,0	0,23	<0,01	0,05
Maciez	6,3	7,0	7,0	7,7	0,24	<0,01	0,81
Suculência	5,4	6,4	6,4	6,7	0,29	<0,01	0,30

<sup>1</sup>Escala hedônica de 0 a 9. <sup>2</sup>Erro Padrão da Média, <sup>3</sup>Significância para efeito linear. <sup>4</sup>Significância para efeito quadrático.

Figura 2. Preferência dos painelistas quanto a utilização de torta de girassol na dieta de cordeiros mestiços Santa Inês



No perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus lumborum* (Tabela 6), a maioria dos ácidos graxos apresentaram efeito significativo ( $P < 0,05$ ) com a inclusão de torta de girassol a dieta, provavelmente devido ao teor lipídico presente na torta de girassol, que aumentou sua proporção nos tratamentos.

O somatório de ácidos graxos saturados ( $P < 0,01$ ) e poli-insaturados ( $P < 0,01$ ), apresentaram comportamento linear crescente e dos ácidos graxos monoinsaturados ( $P < 0,01$ ) um comportamento linear decrescente à medida que incluiu a torta de girassol a dieta.

Diante da relação dos ácidos graxos presentes no músculo *Longissimus lumborum* (Tabela 7), a maioria dos ácidos graxos identificados apresentaram efeito significativo ( $P < 0,05$ ) com a inclusão de torta de girassol a dieta de cordeiros.

Tabela 6. Perfil de ácidos graxos em relação ao total de ácidos graxos identificados no *Longissimus lumborum* dos cordeiros Santa Inês submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol

	Níveis de inclusão (%)				EPM <sup>1</sup>	P-valor	
	0	10	20	30		Lin <sup>2</sup>	Quad <sup>3</sup>
Saturados	43,0	42,7	45,8	45,0	0,40	<0,01	0,59
C10:0	0,14	0,13	0,14	0,13	0,01	0,39	0,79
C12:0	0,06	0,1	0,13	0,11	0,01	<0,01	<0,01
C14:0	2,29	2,36	2,56	2,22	0,03	1,00	<0,01
C16:0	21,5	18,6	19,1	16,9	0,20	<0,01	0,15
C17:0	1,65	1,42	1,46	1,44	0,13	0,34	0,44
C18:0	17,4	20,1	22,4	24,2	0,22	<0,01	0,10
Monoinsaturados	46,6	39,2	39,4	35,0	0,44	<0,01	<0,01
C16:1	4,82	3,5	2,96	2,14	0,10	<0,01	0,03
C18:1 t	1,18	0,96	0,73	0,75	0,03	<0,01	<0,01
C18:1 c	40,6	34,7	35,7	32,1	0,43	<0,01	0,02
Poli-insaturados	11,5	16,4	15,7	19,9	0,40	<0,01	0,91
C18:2 n-6	5,77	9,4	9,07	11,4	0,26	<0,01	0,03
CLA <sup>4</sup>	0,67	1,08	1,08	1,28	0,05	<0,01	0,05
C18:3 n-3	0,57	0,71	0,65	0,66	0,03	0,17	0,06
C20:4 n-6	3,96	4,48	4,13	5,55	0,09	<0,01	<0,01
C20:5 n-3	0,55	0,76	0,78	1,03	0,04	<0,01	0,68

<sup>1</sup>Erro Padrão da Média, <sup>2</sup> Significância para efeito linear, <sup>3</sup> Significância para efeito quadrático, <sup>4</sup>Ácido Linoleico Conjugado (Ácido rumênico + isômeros)

Os ácidos graxos saturados hipercolesterolêmicos, láurico (C12:0) e mirístico (C14:0), apresentaram efeito significativo com comportamento quadrático à medida que incluía torta de girassol à dieta. O C12:0 apresentou um ponto de máxima para um nível de 29,5% ( $y = -0,0001x^2 + 0,0059x + 0,0648$ ), enquanto o C14:0 apresentou um ponto de máxima para o nível de 14,7% ( $y = -0,0011x^2 + 0,023x + 2,2323$ ).

O somatório de ácidos graxos n-6 ( $P < 0,01$ ), de n-3 ( $P < 0,01$ ), os AGD ( $P < 0,01$ ) e as relações AGPI:AGS ( $P < 0,01$ ), AGPI:AGMI ( $P < 0,01$ ) e h:H ( $P < 0,01$ ), com comportamento linear crescente à medida que incluiu torta de girassol a dieta. Já a relação entre AGMI:AGS ( $P < 0,01$ ) e o IA ( $P < 0,01$ ), também foram afetados com a inclusão de torta de girassol, porém com comportamento linear decrescente.

A estimativa da atividade da  $\Delta$  9-desaturase C16 ( $P < 0,01$ ) e da  $\Delta$  9-desaturase C18 ( $P < 0,01$ ) apresentaram efeito significativo com comportamento linear decrescente e a estimativa da atividade da elongase ( $P < 0,01$ ), apresentou comportamento linear

decrecente, à medida que a proporção de torta de girassol aumentou na dieta dos cordeiros.

Tabela 7. Relação entre os ácidos graxos do *Longissimus lumborum* de cordeiros Santa Inês submetidos a dietas contendo níveis de torta de girassol

	Níveis de inclusão (%)				EPM <sup>1</sup>	P-valor	
	0	10	20	30		Lin <sup>2</sup>	Quad <sup>3</sup>
AGPI:AGS	0,27	0,38	0,34	0,44	0,01	<0,01	0,8
AGPI:AGMI	0,25	0,42	0,4	0,57	0,01	<0,01	0,62
AGMI :AGS	1,08	0,92	0,86	0,78	0,01	<0,01	<0,01
Σn-6	9,73	13,9	13,2	17	0,35	<0,01	0,94
Σn-3	1,12	1,47	1,43	1,68	0,09	<0,01	0,53
n-6:n-3	8,68	9,42	9,25	10,1	1,08	0,72	0,25
AG desejáveis <sup>4</sup>	75,5	75,6	77,4	79,2	0,57	<0,01	0,13
IA <sup>5</sup>	0,54	0,52	0,55	0,48	<0,01	<0,01	<0,01
h:H <sup>6</sup>	1,95	2,1	2,06	2,28	0,01	<0,01	0,02
Δ 9-desaturase C16 <sup>7</sup>	18,3	15,8	13,4	11,2	0,40	<0,01	0,78
Δ 9-desaturase C18 <sup>8</sup>	70,0	63,3	61,4	57,0	0,17	<0,01	<0,01
Elongase <sup>9</sup>	68,8	71,3	72,5	74,7	0,12	<0,01	0,53

<sup>1</sup>Erro Padrão da Média, <sup>2</sup> Significância para efeito linear, <sup>3</sup> Significância para efeito quadrático, <sup>4</sup>AG desejáveis= (AGMI+AGPI+C18:0), <sup>5</sup>Índice de aterogenicidade = [(C12:0 + (4 x C14:0) + C16:0)] / (ΣAGMI + Σn-6 + Σn-3), <sup>6</sup>Relação entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos = (C18:1cis9 + C18:2n-6) / (C14:0 + 16:0), <sup>7</sup>Δ 9-desaturase C16 = [C16:1 / (C16:0 + C16:1)] × 100, <sup>8</sup>Δ 9-desaturase C18 = [(C18:1n9c) / (C18:0 + C18:1n9c)] × 100, <sup>9</sup>Elongase = [(C18:0+ C18:1n9c) / (C16:0 + C16:1 + C18:0 + C18:1n9c)] × 100)

A relação de ácidos graxos n-6:n-3 não apresentou efeito significativo (P>0,05) com a inclusão de torta de girassol a dieta.

## DISCUSSÃO

A dieta ou a natureza do alimento, apresentam baixa influência no pH final da carne, estando mais diretamente relacionado com elevado estresse no momento do abate. O pH muscular no animal vivo, encontra-se entre 7,08 e 7,30, logo após ao abate o pH reduz para 7,0 e continua a reduzir até atingir valores entre 5,4 e 5,6 para carnes ovinas (CEZAR e SOUSA 2007), esta variação no pH com 24 horas após o abate (pH24), ocorre devido ao mesmo ser inversamente proporcional à concentração de glicogênio muscular

presente no momento do abate e quando o animal passa por um estresse no abatedouro, ocorre um gasto mais intenso destas reservas de glicogênio, resultando em menor produção de ácido láctico e pH<sub>24</sub> mais elevado (PERLO et al. 2008). Nesta pesquisa, o pH<sub>24</sub> também não apresentou efeito significativo ( $P > 0,05$ ) com a inclusão de torta de girassol a dieta, porém foram obtidas médias que variaram de 5,64 a 5,88, pouco superior ao ponto isoelétrico das proteínas musculares (5,2-5,3), sendo este resultado favorável, por estar acima da carga neutra e apresentando excessiva carga negativa que proporciona a repulsão dos filamentos, abrindo espaço para que as moléculas de água se liguem, aumentando a umidade na carne, contribuindo assim para uma maior suculência, menor força mecânica ao cortar e menores perdas proporcionais de água durante o cozimento (LAWRIE, 2005).

A perda de peso por cocção, de acordo com Bonagurio et al. (2003), apresenta redução significativa com o aumento do peso do animal ao abate. Na presente pesquisa, esta variável, não apresentou efeito significativo, mesmo o peso dos animais ao abate terem reduzido com a inclusão de torta de girassol, permanecendo valores entre 32,17 e 35,66%, considerados baixos, ou seja, apresentam boa capacidade de retenção de água. Esta variável é importante, pois a permanência da água na carne durante o cozimento influencia diretamente na suculência, na cor e no sabor da carne, sendo estas características desejadas pelo consumidor.

A inclusão de torta de girassol não afetou as coordenadas referentes a cor, porém as médias obtidas corroboram com as da literatura para a carne ovina, que são de 30,03 a 49,47 para L\*, de 8,24 a 23,53 para a\* e de 3,38 a 11,10 para b\* (WARRIS, 2003), porém superiores as encontradas por Bressan et al. (2001), avaliando o peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as características físico-químicas da carne, que encontrou médias variando de 31,36 a 38,0, para L\*; 12,27 a 18,01, para a\*; e 3,34 a 5,65, para b\*.

De acordo com Madruga (2004), a intensidade do vermelho (a\*), representa a cor vermelha da carne, de um tecido muscular bem sangrado, que é caracterizada pelos pigmentos mioglobina, em maior proporção (80 a 90% do pigmento total) e hemoglobina. Já a intensidade do amarelo (b\*) é mais significativa na cor da gordura, ou seja, está relacionado ao acúmulo de carotenoides na gordura, a exemplo da luteína que é encontrada em maior proporção nas gramíneas, sendo este o único carotenoide armazenado no tecido adiposo dos ovinos, proporcionando aos ovinos terminados em



confinamento, uma baixa efeito no teor de amarelo das carnes, visto que a presença de carotenoides é mais significativa em gramíneas que em grãos, feno e silagem (FELÍCIO, 1999, PRACHE et al. 2003; YANG et al. 1992).

Marinova et al. (2001) trabalhando com a suplementação de caprinos utilizando óleo de semente de girassol, como fonte de ácido linoleico, observaram que o óleo proporcionou maior deposição de gordura inter e intramuscular, sem interferir na cor da carne, podendo ter favorecido a qualidade sensorial da carne. Estes resultados também foram observados nesta pesquisa, em que a inclusão de torta de girassol não afetou a cor da carne e aumentou o teor de lipídios totais, proporcionando preferência através das características organolépticas das carnes, para aquela com maior concentração de torta de girassol, provavelmente por ter proporcionado um melhor perfil lipídico na carne.

As coordenadas de Chroma e Hue não apresentaram efeito com a inclusão de torta de girassol, indicando que todas as carnes apresentaram semelhança na intensidade da cor e na tonalidade. A variação do Chroma está diretamente relacionada com a concentração de mioglobina presente no músculo, em que 0 % representa uma carne com intensidade de cor fosca e 60% uma carne com intensidade de cor viva; já o ângulo Hue está relacionado com o estado químico em que a mioglobina se encontra (mioglobina reduzida, oxigenada ou oxidada), em que 0° representa uma carne com tonalidade avermelhada e 90° com tonalidade amarelada (CEZAR e SOUSA 2007; GUERRA-RIVAS et al. 2016).

A inclusão de torta de girassol não afetou ( $P>0,05$ ) a força de cisalhamento das carnes, provavelmente por este parâmetro estar pouco relacionado com a dieta e mais diretamente relacionada com a idade do animal. O conteúdo total e a solubilidade do colágeno, são parâmetros que influenciam diretamente na textura da carne, variando com a idade do animal, ou seja, em animais jovens, a proporção de colágeno é maior, com capacidade termo lábil, resultando em uma carne mais macia após ser submetida ao aquecimento, enquanto em animais mais velhos, a proporção de colágeno é menor e com maior presença de ligações cruzadas nas moléculas de colágeno, conferindo uma propriedade de termo estabilidade ao aquecimento, tornando a carne mais dura (BAILEY e LIGHT, 1989). Nesta pesquisa, todos os tratamentos obtiveram as carnes consideradas macias (1,39 a 1,49 kgf/cm<sup>2</sup>) de acordo com Cezar e Sousa (2007), que afirmam que os

filetes que não resistirem ao corte sob pressão de 2,27 kgf/cm<sup>2</sup> são considerados de carne macia.

De acordo com Madruga et al. (2006) a composição centesimal da carne ovina, apresenta valores médios de 4% de lipídios totais, 19% de proteína, 75% de umidade e 1,1% de mineral. Valores próximos aos encontrados nesta pesquisa. A fração de proteína não apresentou efeito ( $P>0,05$ ) com a inclusão de torta de girassol, indicando que a proteína que deixou o rúmen e chegou ao intestino delgado, foi de forma semelhante entre as dietas.

O teor de colesterol não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pela inclusão de torta de girassol, apresentando valores que variaram de 71,5 a 69,8 mg/100 g, considerados baixos, sendo isto importante para a saúde dos consumidores. Ao comparar as médias obtidas nesta pesquisa com médias obtidas por outras espécies, as carnes apresentaram teor de colesterol inferior a coxa de frango, que apresenta teor de colesterol de 84 e 85 mg/100 g sem e com pele respectivamente (CHIZZOLINI et al. 1999).

Diante das características sensoriais, a inclusão de torta de girassol não interferiu ( $P>0,05$ ) nas características de aparência e aroma, sendo pontuadas como “gostei moderadamente”. Com a pontuação dos painelistas, observa-se que todas as carnes foram bem aceitas, porém a inclusão de torta de girassol na dieta dos cordeiros, proporcionou uma maior maciez, suculência e sabor nas carnes, resultando em maior preferência entre os painelistas (35,90%) para as carnes dos animais que receberam 30% de inclusão de torta de girassol.

Como não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) para a força de cisalhamento, acredita-se que a maciez que os painelistas consideraram, estava associada a suculência, visto que são dois parâmetros diretamente correlacionados. A inclusão de torta de girassol aumentou as concentrações de umidade e lipídeos totais na carne, o que pode ter proporcionado maior suculência através da avaliação dos painelistas, visto que a suculência é sentida inicialmente pelo teor de umidade presente na carne que resulta na liberação do líquido e a sensação persiste devido a concentração de lipídeos na carne que estimula a salivagem (MONIN e OUALI, 1991; CROSS, 1994; ROÇA, 1997).

O aroma e o sabor da carne são características diretamente relacionados ao perfil de ácidos graxos presente na carne (MADRUGA et al. 2002), mais precisamente de ácidos graxos poli-insaturados, por proporcionar melhor sabor. A inclusão de torta de

girassol não afetou ( $P>0,05$ ) o aroma da carne dos cordeiros, provavelmente por se tratar de animais jovens e com mesma idade entre os tratamentos. Porém, para o sabor de acordo com os painelistas, foi observado efeito significativo ( $P<0,05$ ) com comportamento linear crescente, ou seja, os provadores consideraram uma melhoria na qualidade da carne, relacionada ao sabor, com a inclusão de torta de girassol a dieta dos cordeiros, fato este confirmado com maior concentração de ácidos graxos poli-insaturados presente nas carnes com maior inclusão de torta de girassol.

Os ácidos graxos saturados hipercolesterolêmicos, decanoico (C10:0), láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) são indesejáveis, devido a sua grande influência sobre os níveis plasmáticos de LDL e HDL (CHARDIGNY et al. 2008) aumentando o nível de colesterol sanguíneo por reduzirem a atividade do receptor LDL-colesterol e reduzirem o espaço livre de LDL na corrente sanguínea (GRUNDY e DENKE, 1990). Neste sentido, quanto menor a concentração destes ácidos graxos no tecido, mais benéfico a saúde humana o produto será.

As concentrações de C10:0 e C17:0 não foram afetadas ( $P>0,05$ ) com a inclusão de torta de girassol na dieta dos cordeiros, sugerindo que a eficiência de absorção e/ou a transferência deste ácido graxo da dieta para o tecido muscular foi mínima. Os ácidos graxos de cadeia ímpar, são sintetizados pelas bactérias do rúmen, através da síntese “de novo”, em que o C17:0 utiliza como substrato o ácido valérico e o ácido propiônico produzido no processo de fermentação ruminal (MANSBRIDGE e BLAKE 1997), nesta pesquisa, a concentração de C17:0 não foi afetada pela inclusão de torta de girassol, ou seja, o crescimento microbiano não foi influenciado pela dieta.

A inclusão de torta de girassol na dieta, proporcionou na carne dos cordeiros, redução significativa ( $P<0,05$ ) para o teor de ácido palmítico (C16:0), resultado este interessante, por se tratar do principal ácido graxos saturado e hipercolesterolêmico (GIVENS, 2005), que pode aumentar a síntese de colesterol e favorecer o acúmulo de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), o que representa um fator de risco para o aparecimento de doenças cardiovasculares (ARRUDA et al. 2012; MOLONEY et al. 2001). Trabalhando com suplementação lipídica para cordeiros, Boles et al. (2005) e Bessa et al. (2005), afirmam que a suplementação com alimentos ricos em lipídios insaturados, reduzem a concentração do ácido palmítico.

A estimativa da atividade da  $\Delta 9$  dessaturase C16 no músculo, apresentou redução com a inclusão de torta de girassol na dieta dos cordeiros, isto somado a redução da concentração de C16:0, precursor do C16:1, resultou em menor concentração de palmiloleico. Provavelmente a inclusão de torta de girassol proporcionou baixa concentração de ácido propiônico subsidio necessário como fonte energia para esta biossíntese.

Os ácidos graxos esteárico (C18:0) e o CLA, aumentou com a inclusão de torta de girassol a dieta, indicando o grau de hidrogenação dos AGPI que ocorreu no rúmen, pois devido a torta apresentar alta concentração ácido linoleico (C18:2 n-6), os microrganismos ruminais, como mecanismo de autodefesa, realizaram o processo de biohidrogenação, através das bactérias *Butyrivibrio fibrisolvens* e *Butyrivibrio proteoclasticus*, quebrando as insaturações com objetivo de deixar os AG menos tóxicos (JENKINS, 1993; PALMQUIST e MATTOS, 2011), obtendo como produto final, o ácido esteárico, (BAUMAN et al. 2000) além do produto intermediário da biohidrogenação incompleta dos ácidos graxos poli-insaturados, o CLA.

O ácido linoleico conjugado também pode ser produzido endogenamente, através da dessaturação do ácido graxo trans vacênico (*trans-11* C18:1) pela enzima denominada esteróil-CoA dessaturase ou Delta-9-dessaturase C18 (BONFIM et al. 2011; HASTENPFLUG e WOMMER, 2012). Fato este observado nesta pesquisa, em que ocorreu redução no teor de *trans-11* C18:1 com o aumento da concentração de CLA. Diante da estimativa da atividade da  $\Delta 9$  dessaturase C18, observa-se que a inclusão da torta reduziu esta atividade desta enzima no músculo, indicando que maior produção de CLA foi obtida pelo processo de biohidrogenação incompleta.

Os produtos da biohidrogenação atuam de forma benéfica na saúde humana, o C18:0 apesar de ser saturado, apresenta efeito neutro devido a endogenamente ser convertido a ácido oleico (*cis 9* C18:1) e proporciona redução do colesterol sérico e o CLA apresenta ação anticarcinogênica, agindo principalmente como redutor de incidência do câncer de mama (OU et al., 2007), apresenta ação antioxidante, desencadeia estímulos de resposta imune contra a aterosclerose, apresenta propriedade hipocolesterônica e atua na prevenção da diabetes *melittus* e da obesidade (HOLANDA et al. 2011; FUKU et al. 2012; POIRIER et al. 2006).

A concentração de ácido linoleico (C18:2 n-6) aumentou com a inclusão de torta de girassol, provavelmente devido a elevada concentração deste ácido graxo presente na torta de girassol, sendo eficiente a transferência deste ácido graxo da dieta para o tecido muscular.

A inclusão de torta de girassol apresentou efeito ( $P < 0,05$ ) sobre o perfil de ácidos graxos desejáveis e ácidos graxos insaturados, apresentando comportamento linear crescente com o aumento da torta de girassol para os ácidos graxos linoleico, linolênico, araquidônico e eicosapentenoico. Estes ácidos graxos, não são sintetizados pelo organismo dos animais, com isto devem ser fornecidos a dieta, para melhorar o perfil lipídico da carne. Estes ácidos graxos essenciais fazem parte da classe ômega n-3 e n-6, que são desejáveis para o consumo humano (PERINI et al. 2010), possuem vários efeitos sobre a resposta imune e inflamatória, com isto, sua ingestão e incorporação na membrana das células imunes, são fatores importantes no processo inflamatório, pois os n-3 possuem efeitos supressores, como a inibição da proliferação de linfócitos, produção de citocinas e anticorpos, expressão de moléculas de adesão e ativação das células Natural Killers (NK), enquanto os que ácidos graxos n-6 apresentam ambos os efeitos, inibidor e estimulador da resposta imune (ANDRADE e CARMO 2006; CALDER et al. 2009)

Os ácidos graxos, araquidônico (C20:4 n-6) e o eicosapentanoico (C20:5 n-3), apresentaram efeito, aumentando sua concentração com a inclusão da torta de girassol. Estes ácidos graxos utilizam os ácidos linoleico e o linolênico, respectivamente, como seus precursores através dos processos de alongação (enzimas elongases) e dessaturação (enzimas dessaturases) da cadeia carbônica e são sintetizados na superfície do retículo endoplasmático liso (PERINI et al. 2010; TEITELBAUM e WALKER, 2001). A estimativa da atividade da elongase no tecido, aumentou sua eficiência com a inclusão de torta de girassol, o que resultou em aumento das concentrações de C20:4 n-6 e C20:5 n-3. Os ácidos graxos C20:4 n-6 e C20:5 n-3 são precursores dos prostanóides das séries 1, 2 e 3 e dos leucotrienos das séries 4, 5 e 6, respectivamente (MARTIN et al. 2006), e apresentam função autócrina e parácrina, controlando mecanismos fisiológicos e patológicos no organismo (SMITH 1992).

Quando relacionados a saúde humana, aos parâmetros de qualidade da carne, a exemplo da relação AGPI:AGS e concentrações de n-3 e de n-6, apresentaram efeito ( $P < 0,05$ ) aumentando linearmente à medida que aumentou o nível de torta de girassol na

dieta dos cordeiros, o que resultou em melhorias na qualidade da carne, por se tratar de parâmetros fortemente correlacionados com risco de doenças cardiovasculares em humanos, pois permitem reduzir os níveis de LDL-colesterol e, conseqüentemente, os riscos de obesidade (PEREZ et al. 2002; RIBEIRO et al. 2011).

Os ácidos graxos ômega 3 e 6, competem pelas mesmas enzimas envolvidas nas reações de dessaturação e alongação, porém as enzimas parecem apresentar maior afinidade para os n-3 (MARTIN et al. 2006). Devido a esta competição é importante o conhecimento da relação n-6:n-3, buscando reduzir esta razão, para diminuir a taxa de mortalidade em pacientes com doenças cardiovasculares, reduzir as inflamações recorrentes de artrites reumatoide, diminuição dos sintomas recorrentes da asma, entre outros (BROUGHTON et al. 1997; LORGERIL et al. 1994; MARTIN et al. 2006). Neste trabalho a relação n-6:n-3 não apresentou efeito significativo ( $P>0,05$ ) com a inclusão de torta de girassol, porém todas as médias estão dentro dos valores recomendados pela WHO/FAO (1995), que é entre 5:1 a 10:1. Razoes elevadas proporcionam redução na produção do ácido eicosapentaenóico, favorecendo ao desenvolvimento de doenças alérgicas, inflamatórias e cardiovasculares (MARTIN et al. 2006).

A relação de AGPI:AGS e AGPI: AGMI, aumentaram linearmente com os níveis de torta, indicando que a dieta proporcionou maior concentração de AGPI, porém ao observar a relação de AGMI:AGS, a inclusão de torta de girassol reduziu esta relação, indicando maior concentração de AGS em relação ao AGMI. A torta de girassol proporcionou maior concentração de AGI em relação aos AGS, resultado favorável, pois a inclusão da torta de girassol melhorou o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros reduzindo a concentração de AGS.

A torta de girassol na dieta dos cordeiros, proporcionou melhores resultados para os parâmetros que avaliam a qualidade da carne, quanto aos aspectos relacionados a saúde humana, provavelmente devido à redução da concentração de C16:0 que é utilizado no cálculo do índice de aterogenicidade (IA).

A inclusão de torta de girassol proporcionou nas carnes uma redução no IA, fato este importante por se tratar de um índice que avalia a capacidade de formação de placas nos vasos sanguíneos, em que quanto menor o valor, maior será quantidade de ácidos graxos antiaterogênicos presentes nos lipídios, resultando em maior prevenção ao aparecimento de doenças cardiovasculares (ARRUDA et al. 2012), através da alteração

na função eletrofisiológica das células cardíacas, que reduz a sua excitabilidade tornando-os menos vulneráveis a fibrilação ventricular (RODRÍGUEZ-CRUZ et al. 2005). Nesta pesquisa, encontramos médias do IA variando de 0,55 a 0,48, valores estes inferiores à média encontrada por Ulbricht e Southgate (1991), que é de 1,00, para carnes de cordeiros.

Já considerando a relação de ácidos graxos hipocolesterolêmicos: hipercolesterolêmicos, a inclusão de torta de girassol aumentou esta relação, dado este também interessante, por estar relacionado com a funcionalidade que os ácidos graxos apresentam sob o metabolismo do colesterol (ARRUDA, et al. 2012), em que quanto maior este índice, melhor a qualidade nutricional da carne.

## CONCLUSÃO

A inclusão de 30% de torta de girassol, apresenta melhorias na qualidade nutricional do perfil lipídico e sensorial da carne, visando o crescente interesse da população humana em consumir alimentos mais saudáveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORES, G.; VIRTO, M.; NÁJERA, A. I.; MANDALUNIZ, N.; ARRANZ, J.; BUSTAMANTE, M. A.; VALDIVIELSO, I.; GORDOA, J. C. R. de; GARCÍA-RODRÍGUEZ, A.; BARRON, L. Jr.; de RENOBALLES, M. Rapeseed and sunflower oilcake as supplements for dairy sheep: animal performance and milk fatty acid concentrations. **Journal of Dairy Research**, v. 81, n. 4, p. 410-416, 2014.

[AMSA] American Meat Science Association. Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Chicago, Ill.: **American Meat Science Association**, p 4-10, 1995.

ANDRADE, P. M. M, CARMO, M. G. T. Ácidos graxos n-3: um link entre eicosanóides, Inflamação e imunidade. **Revista Mn-Metabólica**, v. 8, n. 3, p.135 -143, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington: AOAC, 1990.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 17 ed. Washington: AOAC, 2000.

ARRUDA, P. C. L; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; BOMFIM, M. A. D.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; FONTENELE, R. M.; REGADAS FILHO, J. G. L. Perfil de ácidos graxos no *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1229-1240, 2012.

BAILEY, A.J.; LIGHT, N.D. **Connective tissue in meat and meat products**. 1 ed. London: Elsevier Applied Science. 1989. p.334-338.

BAUMAN, D. E.; BAUMGARD, L. H. CORL, B. A.; GRIINARI, J. M. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.77, n. E-Suppl, p.1-15, 2000.

BESSA, R. J. B.; PORTUGAL, P. V.; MENDES, I. A.; SANTOS-SILVA, J. Effect of lipid supplementation on growth performance, carcass and meat quality and fatty acid



composition of intramuscular lipids of lambs fed dehydrated lucerne or concentrate.

**Livestock Production Science**, v. 96, n. 2, p. 185–194, 2005.

BLIGH, E. C., DYER, W. J. A rapid method of total lipid. Extraction and purification.

**Journal of Physiology and Biochemistry**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BONAGURIO, S.; PÉREZ, J. R. O.; GARCIA, I. F. F.; BRESSAN, M. C.; LEMOS, A.

L. D. S. C. Quality of meat production of purebred Santa Inês and crossbred Texel x

Santa Inês lambs at different slaughter weights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32,

n. 6, p. 1981-1991, 2003.

BOMFIM, M. A. D.; QUEIROGA, R. C. E.; AGUILA, M. B.; MEDEIROS, M. C.;

FISBERG, M.; RODRIGUES, M. T.; SANTOS, K. M. O.; LANNA, D. P. D.

Abordagem multidisciplinar de P, D&I para o desenvolvimento de produto lácteo

caprino com alto teor de CLA e alegação de propriedade funcional. **Revista Brasileira**

**de Zootecnia**, v. 40, p. 98-106, 2011.

BRESSAN, M. C.; PRADO, O. V.; PÉREZ, 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 Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n.

3, p. 293-303, 2001.

BROUGHTON, K. S, JOHNSON, C. S, PACE, B. K, LIEBMAN, M, KLEPPINGER,

K. M. Reduced asthma symptoms with n-3 fatty acid ingestion are related to 5-series

leukotriene production. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 65, n. 4, p. 1011-

1017, 1997.

CALDER, P. C; ALBERS, R.; ANTOINE, J. M., BLUM, S.; BOURDET-SICARD, R.;

FERNS, G. A.; FOLKERTS, G.; FRIEDMANN, P. S.; FROST, G. S.; GUARNER, F.;

LØVIK, M.; MACFARLANE, S.; MEYER, P. D.; RABET, L. M; SERAFINI, M.;

VAN EDEN, W.; VAN LOO, J.; VAS DIAS, W.; VIDRY, S.; WINKLHOFER-ROOB,

B. M.; ZHAO, J. Inflammatory Disease Processes and Interactions with Nutrition.

**British Journal of Nutrition**, v. 101, n. S1, p. 1- 45, 2009.

CEZAR, M.F., SOUSA, W.H.; **Carcças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e**

**classificação**. 1 ed. Uberaba: Agropecuária Tropical, 2007. 147p.

CHARDIGNY, J. M.; DESTAILLATS, F.; MALPUECH-BRUGÈRE, C.; MOULIN, L.; BAUMAN, E. D.; LOCK, A. L.; BARBANO, D.M.; MENSINK, R. P.; BEZELQUES, J. B.; CHAUMONT, P.; COMBE, N.; CRISTIANI, I.; JOFFRE, F.; GERMAN, J. B.; DIONISE, F.; BOIRIE, Y.; SÉBÉDIO, J. L. Do trans fatty acids from industrially produced sources and from natural sources have the same effect on cardiovascular disease risk factors in healthy subjects? Results of the trans Fatty Acids Collaboration (TRANSFACT) study. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 87, n. 3, p. 558-566, 2008.

CHIZZOLINI, R.; ZANARDI, E.; DORIGONI, V.; GHIDINI, S. Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. **Trends in food science Technology**, Cambridge, v. 10, n. 1, p. 119- 128, 1999.

CROSS, H.R. Características organolépticas de la carne. In: PRICE, J.F.; SCHWEIRGERT, B. S. (Eds.). **Ciência de la carne y de los productos carneaos**. Acribia, 1994. p. 279-294.

FELÍCIO, P. E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p.89-97.

FUKE, G.; NORBERG, J. L.; RODRIGUES, I. L.; SOUZA, A. P. B.; NOVACK, M. E.; BEZERRA, A. S. Teor de CLA em leites produzidos em diferentes regiões do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 19, n. 2, p. 109-113, 2012.

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

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

GUERRA-RIVAS, C.; VIEIRA, C.; RUBIO, B.; MARTÍNEZ, B.; GALLARDO, B.; MANTECÓN, A. R.; LAVÍN, P.; MANSO, T. Effects of grape pomace in growing lamb diets compared with vitamin E and grape seed extract on meat shelf life. **Meat Science**, v.116, p.221–229, 2016.

HALL, M. B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates. Nutritional relevance and analysis.** 1 ed. Gainesville: University of Florida, 2000. 76p.

HARTMAM, L. LAGO, B. C. A rapid preparation of fatty methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v. 22, n. 6, p. 475-477, 1973.

HASTENPFLUG, M.; WOMMER, T. P. Ácido linoleico conjugado no leite e carne de ovinos: uma breve revisão. **Revista Agrogeoambiental**, v. 4, n. 3, p. 1-6, 2012.

HOLANDA, M. A. C.; HOLANDA, M. C. R.; MENDONÇA JUNIOR, A. F. Suplementação dietética de lipídios na concentração de ácido linoleico conjugado na gordura do leite. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 5, n. 3, p. 221-229, 2011.

HUNT, M. C., KING, A. **Meat color measurement guidelines. American Meat Science Association (AMSA)**, Illinois: Champaign, 2012. p. 1-135.

JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal Dairy Science**, v. 76, n.12; p. 3851-3863, 1993.

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

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

LORGERIL, M.; RENAUD, S.; MAMELLE, N.; SALEN, P.; MARTIN, J. L.; MONJAUD, I.; GUIDOLLET, J.; TOUBOUL, P.; DELAYE, J. Mediterranean alpha-linolenic acid-rich diet in secondary prevention of coronary heart disease. **The Lancet**, v. 343, n. 8911, p. 1454-1459, 1994.

MADRUGA, M. S. Qualidade química, sensorial e aromática da carne caprina e ovina: mitos e verdades. **VIII Encontro Nacional para o Desenvolvimento da Espécie Caprina**, v. 8, p. 215-234, 2004.

MADRUGA, M. S.; NARAIN, N.; COSTA, R. G. Influência da idade de abate e da castração nas qualidades físico-químicas sensoriais e aromáticas da carne caprina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1562-1570, 2002.

MADRUGA, M. S.; ARAÚJO, W. O.; SOUSA, W. H.; CÉZAR, M. F.; GALVÃO, M. S.; CUNHA, M. G. G. Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição química e perfil dos ácidos graxos da carne de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1838-1844, 2006.

MANSBRIDGE, R. J.; BLAKE, J. S. Nutritional factors affecting the fatty acid composition of bovine milk. **British Journal of Nutrition**, v. 78, n. 1, p. S37 - S47, 1997.

MARINOVA, P.; BANSKALIEVA, V.; ALEXANDROV, S.; TZVETKOVA, V.; STANCHEV, H. Carcass composition and meat quality of kids fed sunflower oil supplemented diet. **Small Ruminant Research**, v. 42, n. 3, p. 219-227, 2001.

MARTIN, C. A.; ALMEIDA, V. V. D.; RUIZ, M. R.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E. D.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006.

McAFEE, A. J.; MCSORLEY, E. M.; CUSKELLY, G. J.; MOSS, B. W.; WALLACE, J. M.; BONHAM, M. P.; FEARON, A. M. Red meat consumption: an overview of the risks and benefits. **Meat Science**, v. 84, n. 1, p. 1-13, 2010.

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 veal. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 9, p. 2766-2772, 1992.

MOLONEY, A.P.; MOONEY, M.T.; KERRY, J.P.; TROY, D.J. Producing tender and flavoursome beef with enhanced nutritional characteristics. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 60, n. 2, p. 221-229, 2001.

MONIN, G., QUALI, A. Muscle differentiation and meat quality. In: LAWRIE, R. (Ed.), **Developments in Meat Science**. Vol. 5. London: Elsevier Applied Sciences, 1991. p. 89-159.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of small ruminants**. 1. ed. Washington: NAP, 2007. 362p.

- NUDDA, A.; BATTACONE, G.; BOAVENTURA NETO, O.; CANNAS, A.; FRANCESCONI, A. H. D.; ATZORI, A. S., PULINA, G. Feeding strategies to design the fatty acid profile of sheep milk and cheese. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 8, p. 445-456, 2014.
- OLIVEIRA, M. D. S.; CACERES, D.R. **Girassol na alimentação de bovinos**. 1 ed. Jaboticabal: Funep, 2005. 20 p.
- OU, L.; IP, C.; LISAFELD, B.; IP, M. M. Conjugated linoleic acid induces apoptosis of murine mammary tumor cells via Bcl-2 loss. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 356, n. 4, p. 1044–1049, 2007.
- PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. 2011. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2011, 616p.
- PEREIRA, E. S.; PEREIRA, M. W. F.; ARRUDA, P. C. L.; CABRAL, L. S.; OLIVEIRA, R. L.; MIZUBUTI, I. Y.; PINTO, A. P.; CAMPOS, A. C. N.; GADELHA, C. R. F.; CARNEIRO, M. S. S. Effects of different lipid sources on intake, digestibility and purine derivatives in hair lambs. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, 2016.
- PEREZ, J. R. O.; BRESSAN, M. C.; BRAGAGNOLO, N.; PRADO, O. V.; LEMOS, A. L. S. C.; BONAGURIO, S. Efeito do peso ao abate de cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre o perfil de ácidos graxos, colesterol e propriedades químicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.1, p.11-18, 2002.
- PERINI, J. A. L.; STEVANATO, F. B.; SARGI, S. C.; VISENTAINER, J. E. L.; DALALIO, M. M. de O.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: metabolismo em mamíferos e resposta imune. **Revista de nutrição**, v. 23, n. 6, p. 1075-1086, 2010.
- PERLO, F.; BONATO, P.; TEIRA, G.; TISOCCO, O., VICENTIN, J., PUEYO, J., & MANSILLA, A. Meat quality of lambs produced in the Mesopotamia region of Argentina finished on different diets. **Meat science**, v. 79, n. 3, p. 576-581, 2008.

- POIRIER, H.; SHAPIRO, J. S.; KIM, R. J.; LAZAR, M. A. Nutritional Supplementation with trans-10, cis-12- Conjugated Linoleic Acid. Induces Inflammation of White Adipose Tissue. **Diabetes**, v. 55, n. 6, p. 1634-1641, 2006.
- PRACHE, S.; PRIOLO, A.; GROLIER, P. Persistence of carotenoid pigments in the blood of concentrate-finished grazing sheep: its significance for the traceability of grass-feeding. **Journal of Animal Science**, v.81, n.2, p.360-367, 2003.
- RAJU, S.; REDDY, Y. R.; NAGALAKSHMI, D.; RAGHUNANDHAN, T. Effect of Supplementation of Dietary Protected Lipids at Varying Levels of Feed Restriction on Growth Performance and Carcass Characteristics in Deccani Ram Lambs. **Animal Nutrition and Feed Technology**, v. 15, n. 3, p. 439-446, 2015.
- RENERRE, M. Factors involved in the discoloration of beef meat. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 25, n. 6, p. 613-630, 1990.
- RHEE, K. S. Fatty acids in meats and meat products. In: CHOW, C.K. **Fatty acids in foods and their health implications**. New York: Marcel Dekker. 1992. p. 65-93.
- RIBEIRO, C. V. D. M., OLIVEIRA, D. E., JUCHEM, S. O., SILVA, T. M., NALÉRIO, É. S. Fatty acid profile of meat and milk from small ruminants: a review. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p.121-137, 2011.
- ROÇA, R.O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: UNESP, 1997. 205p.
- RODRIGUES, D. P., SANTOS, J. M., LIMA, K. C. **Mapeamento preliminar da cobertura e uso do solo no município de São Gonçalo dos Campos – BA**. XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada - 2009.
- RODRÍGUEZ-CRUZ, M.; TOVAR, A. R.; PRADO, M.; TORRES, N. Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud. **Revista de investigación clínica**, v. 57, n. 3, p. 457-472, 2005.
- SALDANHA, T.; MAZALLI, M. R.; BRAGAGNOLO, N. Avaliação comparativa entre dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 109-113, 2004.

SANTOS, V. C.; EZEQUIEL, J. M. B.; MORGADO, E. D. S.; JUNIOR, S. Carcass and meat traits of lambs fed by-products from the processing of oil seeds. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, n. 4, p. 387-394, 2013.

SANTOS-SILVA, J., DENTINHO, M. T., FRANCISCO, A., PORTUGAL, A. P., BELO, A. T., MARTINS, A. P., ALVES, S. P.; BESSA, R. J. Replacing cereals with dehydrated citrus pulp in a soybean oil supplemented diet increases vaccenic and rumenic acids in ewe milk. **Journal of dairy science**, v. 99, n. 2, p. 1173-1182, 2016.

SENGER, C. C. D.; KOZLOSKI, G. V.; SNACHEZ, L. M. B.; MESQUITA, F. R.; ALVES, T. P.; CASTAGNINO, D. S. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 146, n. 1, p. 169-174, 2008.

SHINGFIELD, K. J.; BONNET, M.; SCOLLAN, N. D. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. **Animal**, v. 7, n. 1, p. 132-162, 2013.

SHINGFIELD, K. J.; GRIINARI, J. M. Role of biohydrogenation intermediates in milk fat depression. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 109, n. 8, p. 799-816, 2007.

SMET, S.; RAES, K.; DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. **Animal Research** v. 53, n. 2, p. 81-98, 2004.

SMITH, W. L. Prostanoid biosynthesis and mechanisms of action. **American Journal of Physiology-Renal Physiology**, v. 263, n. 2, p. F181-F191, 1992.

TEITELBAUM, Jonathan E.; WALKER, W. Allan. Review: the role of omega 3 fatty acids in intestinal inflammation. **The Journal of nutritional biochemistry**, v. 12, n. 1, p. 21-32, 2001.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **The Lancet**, v.338, n. 8773, p. 985-992, 1991.

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**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J., WINE, R. H. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. IV. Determination of Plant Cell-Wall Constituents. **Journal of the A.O.A.C.**, v. 50, n. 1, p. 50-55, 1967.

WARRIS, P. D. **Ciencia de la carne**. 1 ed. Zaragoza: Acribia. 2003. 309p.

[WHO/FAO] World Health Organization. Joint Consultation: fats and oils in human nutrition. **Nutrition Reviews**. v. 53, n. 7, p. 202-5, 1995.

YANG, A.; LARSEN, T. W.; TUME, R. K. Carotenoid and retinal concentrations in serum, adipose tissue and liver and carotenoids transport in sheep, goats and cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.43, n.8, p.1809-1817, 1992.